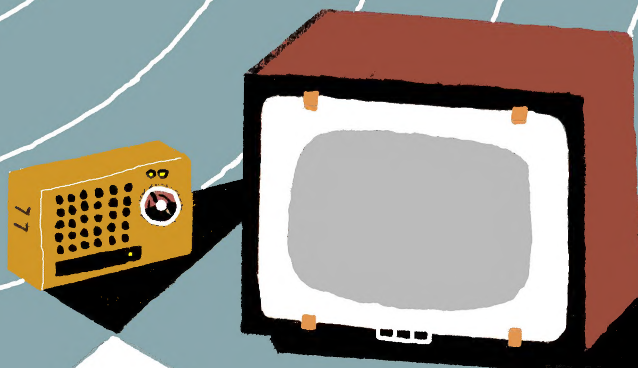
COLECȚIA RADIO ȘI TELEVIZIUNE



NICOLAE PATRAȘ

# ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICA PUTERE

Ing. NICOLAE PATRAȘ

# ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICĂ PUTERE



EDITURA TEHNICĂ
București — 1962

*Broşura conţine sumare explicaţii teoretice şi date practice asupra surselor clasice şi mai noi de alimentare electrică a aparaturii radio de mică putere. Sînt descrise sursele chimice (pile electrice, baterii anodice, acumulatoare electrice). Se prezintă alimentarea instalaţiilor radio de la reţeaua de curent alternativ (dîndu-se indicaţii de construire a redresoarelor) şi de la reţeaua de curent continuu (vibratoare, convertizoare, grupuri electrogene, generatoare termoelectrice ş.a.).*

*Este tratată şi alimentarea aparaturii radio cu tranzistoare.*

*Broşura conţine date asupra surselor de alimentare mai noi: microacumulatorul argint-zinc, acumulatoare cu gaz, elemente fier-cărbune, acumulatoare alcaline miniaturizate, bateria solară, bateria atomică, convertizoare termoionice ş.a.*

*Se adresează radioamatorilor, tehnicienilor radio şi posesorilor de aparate de radiorecepţie din mediul rural.*

**Pentru orice observaţii, propuneri şi sugestii, cititorii sînt rugaţi să se adreseze Editurii Tehnice, Bucureşti, Oficiul P.T.T.R. 45, str. Ştirbei Vodă nr. 37.**

## *PREFAȚĂ*

*Alimentarea aparaturii radio de mică putere prezintă un interes larg, deoarece ea intră în preocupările marii mase de posesori de aparate de radio (în special cei din mediul rural, din satele încă neelectrificate), radioamatorilor și tehnicienilor radio.*

*Interesul pentru cunoașterea surselor de alimentare trebuie privit din două puncte de vedere: pe de o parte, de a se cunoaște și folosi cu mai bun randament sursele clasice de alimentare electrică în uz general, pe de altă parte, de informare asupra surselor noi de alimentare.*

*Editura Tehnică a căutat ca prin această broșură să răspundă tocmai acestor necesități.*

*Astfel, sînt date indicații de realizare acolo unde este posibil, dar mai ales de exploatare, asupra surselor electrice de alimentare a aparaturii radio de mică putere. S-a avut în vedere și alimentarea aparaturii cu tranzistoare, care se va dezvolta în mare măsură în țara noastră, o dată cu intrarea în funcțiune a fabricii de semiconductoare.*

*Broșura informează și asupra surselor de alimentare mai noi ca: microacumulatoare, bateria solară, bateria atomică ș.a.*

*Editura Tehnică are convingerea că această broșură va fi de ajutor în special radioamatorilor începători și posesorilor de aparate de radiorecepție din mediul rural.*

*EDITURA TEHNICĂ*

# INTRODUCERE

Aparatura radio modernă conține montaje complexe în care intră piese și circuite ce se combină cu tuburile electronice. În ultimul timp a luat o largă dezvoltare aparatura care conține semiconductoare (diode semiconductoare și tranzistoare) și amplificatoare magnetice.

Aparatura radio de mică putere — radioreceptoarele, emițătoarele, televizoarele, amplificatoarele de toate categoriile (de picup, magnetofon, ghitară, proteză auditivă și stații de radioamplificare etc.) ș.a. — toate aceste aparate consumă energie atît sub formă de curent continuu cît și sub formă de curent alternativ. Curentul continuu se folosește pentru alimentarea filamentelor, circuitelor anodice și de ecran ale tuburilor electronice, pentru alimentarea tranzistoarelor, pentru negativarea grilelor, pentru alimentarea microfoanelor sau a laringofoanelor. Curentul alternativ se folosește pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice, a amplificatoarelor magnetice, a electromotoarelor etc.

Puterile cerute de aparatele și instalațiile radio tratate în această carte sînt cuprinse între cîțiva miliwați (cazul alimentării aparaturii cu tranzistoare) și cîteva sute de wați (televizoare, emițătoare radio). Tensiunile sînt cuprinse între cîțiva volți (tranzistoare) și sute de volți (anozii emițătoarelor radio).

Curenții necesari unei astfel de aparaturi au valori cuprinse între fracțiuni de miliamper și sute de miliamperi.

Aparatura radio actuală necesită alimentări stabile (tensiuni și curenți stabilizați) atît cînd alimentarea se face de la surse de curent alternativ cît și de la surse de curent continuu.

Ca surse de alimentare în curent continuu se folosesc: sursele chimice care conțin elemente galvanice, bateriile anodice și acumulatoarele. Acumulatoarele au avantajul că pot fi încărcate și descărcate, deci energia chimică se transformă în energie electrică și invers, pe cînd elementele galvanice transformă energia chimică în electrică pînă la epuizare (procesul nu se poate repeta).

Generatoarele de curent continuu pot fi puse în mișcare de un motor cu explozie — grup electrogen, de energie electrică — convertizoare, de energia vîntului — generator eolian, de energia apelor curgătoare etc.

Tot în categoria surselor de curent continuu intră și termogeneratoarele; în aceste surse energia termică (de la soare, flacără etc.) se transformă în energie electrică. Aceste surse se mai numesc și termoelemente.

Curentul continuu mai poate fi obținut și din curent alternativ folosind redresoare, sau generatoare de curent continuu.

Aparatura radio de putere mică folosește pe scară mai largă energia sub forma curentului continuu (90—95% la receptoare și 75—80% la emițătoare) decît energia sub forma curentului alternativ.

Varietatea de piese, circuite și tuburi electronice cere tensiuni de diferite valori.

Sursa primară de energie cea mai răspîndită la noi în țară este rețeaua de curent alternativ. Curentul continuu se obține cu ajutorul redresoarelor electronice.

Pentru alimentarea instalațiilor radio mobile (emițătoare radio de amatori, receptoare portabile, instalațiile de cinematograf etc.), de cele mai multe ori ca surse de bază se folosesc sursele chimice de curent, dar se pot folosi și grupuri electrogene, care formează rețele autonome.

Frecvența rețelelor de curent alternativ este de 50 Hz; la rețelele autonome se pot folosi frecvențe mai mari (de obicei, 400 Hz), pentru a micșora greutatea și dimensiunile transformatoarelor, filtrelor și a altor elemente din redresor.

Sursele chimice de curent constituie sursa primară de energie în foarte multe instalații radio și uneori sînt chiar sursa de energie de rezervă pentru cazurile de avarie. Pentru tensiuni înalte se folosesc vibratoare, convertizoare sau transformatoare de curent continuu cu tranzistoare, la care sursa de bază este o sursă chimică de curent.

Sistemele moderne de alimentare a aparaturii radio trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— siguranță în funcționare, adică lucru fără întreruperi în cazul diferitelor regimuri ale sarcinii și la diferite condiții climaterice;

— dimensiuni și greutate mică;

— să fie economice, adică randamentul sursei de alimentare să fie cît mai mare, deci sistemul să introducă pierderi cît mai mici;

— să permită o exploatare ușoară.

Din analiza acestor condiții reiese care din sursele de alimentare prezentate sînt mai potrivite pentru diferite situații.

CAPITOLUL 1

# SURSELE CHIMICE DE CURENT FOLOSITE PENTRU ALIMENTAREA APARATURII RADIO

## 1. Generalități

Prin surse chimice de curent se înțeleg acele dispozitive în care energia proceselor chimice se transformă în mod direct în energie electrică. Energia electrică astfel obținută poate fi transmisă cu ajutorul conductoarelor și utilizată în instalațiile radio.

Sursele chimice de curent pot fi de două tipuri: reversibile și ireversibile.

Surselor reversibile, după ce au fost folosite, li se poate transmite din afară energia electrică, formînd astfel substanțele chimice active inițiale și deci sursa poate debita din nou energie electrică. Acumulatorul este o sursă reversibilă. La acumulator, pe timpul încărcării, energia electrică se transformă în energie chimică. Cînd acumulatorul debitează curent, atunci energia chimică se transformă în energie electrică (se descarcă).

Sursele ireversibile nu pot fi încărcate; ele pot fi folosite doar atît timp cît au energie chimică conținută în substanțele chimice ce le compun. În această categorie intră elementele galvanice, care se mai numesc și elemente primare, acumulatoarele numindu-se și elemente secundare.

Bateriile anodice se construiesc din elemente galvanice. Sursele chimice de curent care se folosesc în instalațiile radiotehnice de mică putere trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— sistemul electro-chimic folosit să dea o forță electromotoare (f.e.m.) maxim posibilă;

— rezistența internă a sursei de curent să fie cît mai mică;

— descărcarea sursei cînd nu este folosită să fie minimă;

— durata de funcționare a sursei chimice de curent să fie cît mai mare;

— costul materialelor și substanțelor chimice din care se confecționează o astfel de sursă să fie cît mai mic;

— exploatarea și întreținerea surselor să se poată face ușor și economic;

— gabaritul și greutatea surselor să fie mici, astfel ca să poată fi transportate ușor.

*Elementele galvanice* se folosesc pentru alimentarea aparaturii radio de mică putere. Astfel, pilele se folosesc pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice din radioreceptoare, emițătoare, stații de amplificare. Bateriile de tensiune mică (de buzunar) se folosesc pentru alimentarea aparatelor cu tranzistoare (radioreceptoare, emițătoare, amplificatoare pentru proteze auditive etc.). Bateriile de tensiuni mai mari (90 V) se folosesc pentru alimentarea anozilor și grilelor-ecran ale tuburilor electronice din receptoare, amplificatoare, emițătoare etc. Aparatele de măsură folosesc și ele elemente galvanice. Uneori, elementele galvanice sînt folosite ca etaloane de tensiune în schemele electronice de stabilizare a tensiunii.

*Acumulatoarele* se folosesc pentru alimentarea filamentelor tuburilor din radioreceptoare și emițătoare. De cele mai multe ori, acumulatoarele se folosesc ca surse primare de energie într-o instalație radio care alimentează atît filamentele tuburilor cît și un vibrator sau convertizor ce dau înaltă tensiune pentru anozii și grilele-ecran ale tuburilor electronice. De asemenea, acumulatoarele pot lucra tampon, adică sînt instalate între o altă sursă de energie electrică (redresor, generator) și aparatura sau instalația radio cu scopul de a se aplica pe aceasta o tensiune stabilă. Stabilizarea se realizează datorită rezistenței interioare mici a acumulatorului față de redresor, acesta preluînd astfel toate fluctuațiile de tensiune. Dacă generatorul ar debita direct în sarcină, atunci turația lui, deci și tensiunea de alimentare, ar varia o dată cu sarcina. Dacă sarcina este un emițător, atunci consumul de energie este diferit după regimul de lucru, antenă etc.

## 2. Pile electrice

### a. *Generalități*

Pila este o sursă chimică de curent electric, compusă din electrolit și doi electrozi de natură chimică diferită, sau care au stări fizico-chimice diferite.

Reacția chimică care are loc în zona de contact a electrolitului cu electrozii are ca efect apariția unor potențiale electrice. Uneori electrozii sînt în contact cu electroliți de diferite compoziții, separați prin diafragme poroase, pentru a menține legătura electrică prin pori.

În fig. 1.1 se prezintă o pilă electrică.

Sensul convențional al curentului în circuitul exterior este acela al sensului de deplasare a particulelor pozitive și este invers sensului deplasării electronilor. Trecerea curentului electric este însoțită de formarea și descărcarea la cei doi electrozi a ionilor proveniți din ionizarea atomilor electrozilor și din disocierea moleculelor electrolitului.

Curentul electric exterior circulă prin conductor metalic, pe cînd în electrolit transportul sarcinilor se face prin conductoare ionice.

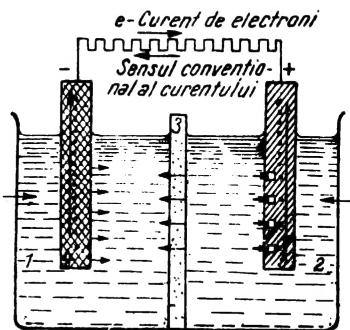


Fig. 1.1. Schema unei pile:
*1* — compartiment anodic; *2* — compartiment catodic; *3* — diafragmă; *4* — anod; *5* — catod.

Pilele sînt ireversibile, adică în acestea nu se pot repeta reacțiile chimice. În mod practic, ele pot fi utilizate numai pînă la epuizarea materiilor active. Materiile active nu pot fi regenerate prin metode simple, cum ar fi de exemplu reîncărcarea de la o sursă exterioară.

*Caracteristicile electrice ale pilelor*. Pilele electrice au anumite caracteristici electrice (parametri electrici) care dau indicații asupra performanțelor acestora. Aceste caracteristici electrice ale pilelor sînt: forța electromotoare, tensiunea, rezistența interioară și capacitatea pilei.

*Forța electromotoare* (f.e.m.) este cauza care provoacă curentul electric în circuitele exterior și interior ale pilei. Pila care are f.e.m. cea mai mare dă energia cea mai mare,

deoarece energia electrică este proporțională cu f.e.m. Astfel:

$$W = Q \cdot E,$$

unde $W$ este energia electrică (jouli), $Q$ — cantitatea de electricitate (coulombi), $E$ — f.e.m. a pilei (volți).

F.e.m. este diferența de potențial între electrozi atunci cînd pila nu furnizează curent. O pilă bună are o f.e.m. mare și aceasta se menține constantă pe timpul descărcării. F.e.m. se poate măsura cu un voltmetru cu rezistență proprie mare, pentru ca prin el să treacă un curent foarte mic, deci se neglijează pierderile interioare din pilă. Cînd este nevoie de determinarea mai exactă a f.e.m., se fac măsurători speciale prin metode mai complexe.

*Tensiunea pilei* ($U$) este diferența de potențial între electrozii pilei cînd aceasta debitează un curent care nu se poate neglija. Tensiunea este întotdeauna mai mică decît f.e.m. din cauză că o parte din această f.e.m. se pierde pe rezistența interioară a pilei $r$ iar altă parte pentru compensarea f.e.m. de polarizare inversă $E_{inv}$. Aceasta se poate exprima cu relația

$$U = E - E_{inv} - I \cdot r.$$

Forța electromotoare de polarizare inversă $E_{inv}$ este proporțională cu curentul $I$

$$E_{inv} = I \cdot k,$$

unde $k$ este un coeficient de proporționalitate. Deci tensiunea se mai poate scrie

$$U = E - I\,(k + r).$$

Suma $(k + r)$ poate fi considerată ca o rezistență interioară aparentă a pilei.

La determinarea tensiunii pilei se pot obține valori diferite, funcție de condițiile de încercare. De aceea, la compararea pilelor trebuie să se păstreze condiții identice de măsurători, acestea alegîndu-se de obicei apropiate de condițiile în care va lucra pila în practică.

*Rezistența interioară*. Rezistența $r$ este rezistența interioară a pilei. Aceasta nu este egală cu rezistența ohmică a pilei. Dacă se măsoară f.e.m. ($E$), $U$, $I$, la descărcarea ele-

mentului pe rezistenţa exterioară $R$, atunci pentru calculul lui $r$ se foloseşte relaţia

$$r = \frac{R}{U}(E - U).$$

Rezistenţa interioară trebuie să fie cît mai mică; pentru aceasta distanţa între electrozi trebuie să fie cît mai mică, electrolitul să aibă o conductibilitate bună şi în plus se iau şi alte măsuri constructive.

*Capacitatea pilei* este principala caracteristică a unui element. Capacitatea se măsoară în amperi-oră şi reprezintă cantitatea de electricitate pe care o poate debita pila. Dacă pila se descarcă cu un curent de intensitate constantă $I$, atunci capacitatea este dată de relaţia

$$C_I = I \cdot t,$$

în care: $C_I$ este capacitatea pilei, în funcţie de curent;
$t$ — durata descărcării, în ore.

Această relaţie nu arată însă întreaga cantitate de electricitate pe care o poate da pila pînă ce f.e.m. ajunge la zero.

Din punct de vedere practic, descărcarea pilei prezintă interes pînă în momentul cînd tensiunea ei atinge o valoare sub care exploatarea nu mai este avantajoasă. Este mai bine ca o pilă să se descarce cu un curent mai mic pe o durată mai mare de descărcare; în acest caz depolarizarea se face mai bine.

În practică se mai foloseşte şi capacitatea de energie a pilei. Capacitatea de energie, sau capacitatea în watt-ore (A) reprezintă valoarea energiei electrice pe care o poate da pila atunci cînd sarcina pilei este o rezistenţă exterioară ce îşi păstrează valoarea constantă.

b. *Tipuri de pile electrice*

Cea mai simplă pilă electrică este *pila Volta.* Pila este construită dintr-un vas izolant (sticlă, bachelită etc.) în care se introduce o soluţie de acid sulfuric ($H_2SO_4$). În această soluţie se introduc două plăci metalice — una de cupru şi alta de zinc (fig. 1.2). Această pilă are proprietatea de a menţine un surplus de electroni pe placa de zinc şi o lipsă de electroni pe placa de cupru. Cuprul se află deci la un potenţial pozitiv, iar zincul la un potenţial negativ.

Plăcile de cupru şi de zinc poartă numele de electrozi şi anume: placa de cupru este electrodul pozitiv, iar placa de zinc este electrodul negativ. Lichidul din vas poartă numele de electrolit. Capetele exterioare ale electrozilor sînt scoase sub formă de borne şi se numesc polii pilei. Dacă între cei doi poli se conectează o rezistenţă, atunci prin această rezistenţă va circula un curent continuu avînd sensul de la polul pozitiv (potenţial superior) spre polul negativ (potenţial inferior). Circuitul curentului se închide prin electrodul +, rezistenţă, electrodul —, electrolit.

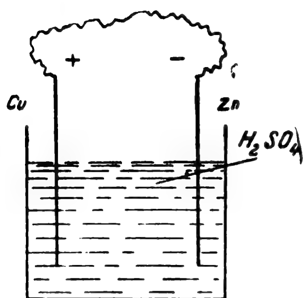


Fig. 1.2. Pila electrică Volta.

Acesta este sensul convenţional al curentului.

Dacă pila Volta este lăsată să debiteze un curent prin rezistenţa de sarcină mai mult timp, se observă că acesta începe să slăbească şi apoi se întrerupe complet. Acest fenomen se datoreşte faptului că în timpul trecerii curentului electric acidul sulfuric din electrolit se descompune degajîndu-se hidrogen. Gazul acesta se depune sub formă de bule pe placa de cupru. Hidrogenul fiind izolant, împiedică trecerea mai departe a curentului electric. Fenomenul acesta se numeşte *polarizarea pilei*. Pentru a *depolariza pila*, adică pentru a o readuce la starea normală de funcţionare, este necesar să se scoată electrodul de cupru din electrolit şi să se curețe. Acesta este un dezavantaj al acestei pile.

O altă pilă este cea de tipul *Daniell-Iacobi*. Aceasta este o pilă cupru-zinc. Ea este formată dintr-un vas de sticlă în care se găseşte un cilindru gol de tablă subţire de zinc, iar în interiorul cilindrului se află un vas poros de porţelan în care se găseşte catodul de cupru (fig. 1.3). În vasul de sticlă se găseşte o soluţie de sulfat de zinc. Forţa electromotoare a acestei pile este mică: 1,1 V. Rezistenţa interioară are valori peste 1 Ω. Avantajul acestei pile este menţinerea tensiunii constante în timpul funcţionării.

Pila este folosită în circuitele de comunicaţii telegrafice, unde sînt necesare descărcări de lungă durată.

Pînă în prezent s-au construit foarte multe feluri de pile electrice; la acestea, în majoritatea cazurilor electrodul

negativ este zincul iar electrodul pozitiv este cărbunele sau cuprul. Depolarizantul poate fi un gaz, o soluţie apoasă sau o substanţă solidă.

Una din pilele folosite mai mult este *elementul Leclanché* la care electrodul negativ este zincul iar electrodul pozitiv

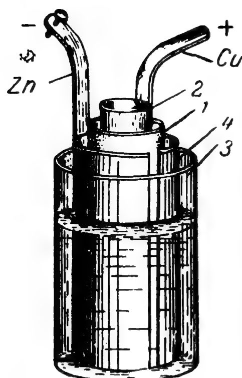



Fig. 1.3. Pila Daniell-Iacobi:

*1* — diafragma cilindrică poroasă; *2* — catodul de cupru; *3* — vasul de sticlă; *4* — anodul de zinc.

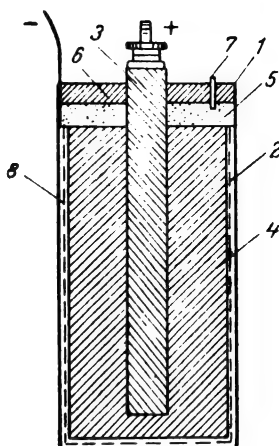



Fig. 1.4. Pila uscată.

este cărbunele, electrolitul este o soluţie de clorură de amoniu, iar depolarizantul este bioxidul de mangan. Forţa electromotoare a pilei este cuprinsă între 1,4 şi 1,65 V. Rezistenţa interioară este cuprinsă între 2 şi 5 Ω. La descărcare, forţa electromotoare scade foarte repede. Rezultate mai bune se obţin la descărcări sub formă de întreruperi; de aceea, pila este folosită la instalaţiile telefonice, pentru semnalizări sonore etc.

O categorie de pile foarte folosite sînt *pilele uscate*. O pilă uscată (fig. 1.4) se construieşte dintr-un vas de zinc *1*, care serveşte ca electrod negativ şi care este căptuşit cu cîteva straturi de hîrtie poroasă *2* pentru a asigura un contact bun între electrolit şi electrod. În centrul vasului este aşezată o vergea de cărbune *3* care serveşte drept electrod pozitiv, avînd în jurul său un amestec de depolarizare *4*. În partea superioară se pune un disc de carton, apoi rumeguş sau nisip *5*. Deasupra, pila este acoperită cu răşină *6*, avînd o deschidere *7* pentru eliminarea gazelor. Cutia de carton este reprezentată prin *8*.

Ca depolarizant se folosește bioxidul de mangan.

Aceste pile trebuie puse în funcțiune imediat după fabricare, deoarece electrolitul se usucă destul de repede. O calitate a acestor pile este rezistența interioară foarte mică.

O importanță practică o prezintă *pila în formă de sac*. La această pilă (fig. 1.5), electrodul pozitiv este o vergea de cărbune *1* în jurul căreia este presat depolarizantul *2*, înfășurat cu pînză și legat cu sfoară subțire.

Electrodul negativ este format dintr-o cutie de zinc *3*. Pentru a evita un scurtcircuit între electrozi, la fundul cutiei se așază un disc de carton parafinat *4*. Între electrozi se află electrolitul sub forma unei paste vîscoase *5*. Poziția depolarizantului este menținută de o șaibă de carton *6*. Deasupra șaibei de carton se pune rumeguș sau nisip *7*, iar vasul se închide cu șaiba de rășină *8*, lăsîndu-se orificiul *9* pentru degajarea gazelor. Și la această pilă, depolarizantul este bioxidul de mangan.

Fig. 1.5. Pilă uscată în formă de sac.

În practica radiotehnică se mai folosesc pilele care se umplu cu apă și care se încarcă singure.

Din punct de vedere constructiv, acestea se aseamănă cu pilele uscate. Spațiul ce rămîne între pereții cutiei de zinc și depolarizant este umplut cu carton, vată sau gelatină, substanțe care absorb bine apa. Deasupra, pila este acoperită cu un strat de rășină sau smoală în care există două orificii. Prin orificiul mare se toarnă apă la încărcarea pilei, iar orificiul mic servește pentru evacuarea gazelor. Apa turnată dizolvă clorura de amoniu formînd astfel o soluție care este absorbită de masa poroasă ce este așezată între electrozi. Aceste pile pot fi păstrate sau depozitate 5—10 ani, dacă nu se toarnă apă în ele. Pila poate fi întrebuințată după cel mult 60 ore din momentul în care s-a turnat apă. Valoarea f.e.m. inițială a unei pile uscate este de cel puțin 1,45 V. În unele cazuri ea este mai mare și poate atinge valori pînă la 1,9 V. Dacă se descarcă pe o rezistență, tensiunea pilei

scade pînă la 0,75 V, valoare de la care descărcarea nu mai are loc.

Capacitatea pilelor variază între 1 şi 1,5 Ah.

Pilele obişnuite se pot păstra cîţiva ani (1—3), iar cele umede cel puţin 3 ani.

Rezistenţa interioară are valori cuprinse între 0,1 Ω (pentru pilele mari telegrafice) şi 0,20 Ω (celelalte). Datorită apariţiei unui precipitat pe suprafaţa depolarizantului, o dată cu descărcarea pilei creşte rezistenţa interioară.

Pilele se păstrează bine într-o cameră unde temperatura este de 0—5°C. Dacă păstrarea se face la o temperatură mai mare de 25°C, atunci reacţiile de autodescărcare se intensifică şi capacitatea pilei scade. Pînă la temperatura de 25°C, capacitatea pilei creşte cu temperatura. Aceasta se explică prin activarea reacţiilor chimice. Temperatura de îngheţare a electrolitului este de la —20 pînă la —24°C pentru pilele uscate şi de la —17 pînă la —18°C pentru cele cu apă.

În afară de aceste pile, de multă vreme în folosinţă, în ultimii ani s-au realizat noi tipuri de pile cum sînt: pila cu depolarizant—peroxid de argint, pila cu magneziu care înlocuieşte anodul de zinc, pila cu depolarizant—oxid de mercur.

*Pila cu depolarizant—peroxid de argint* este construită dintr-o placă de zinc montată între două plăci de argint care au pe părţile interioare o pastă pe bază de oxid de argint şi hidrat de potasiu. Electrolitul este format dintr-o soluţie apoasă de hidrat de potasiu. Capacitatea acestei pile este mai mare decît a celor obişnuite şi se poate depozita în stare neactivată. Cînd este depozitată şi pe timpul descărcării, ea nu degajă gaze şi deci nu prezintă un pericol pentru aparatele din jur. După activare cu electrolit, pila trebuie folosită în interval de 24—72 ore.

Pilele obişnuite se pot descărca sub un curent de ordinul a 0,01 A/g depolarizant, la un coeficient de utilizare a masei active de circa 20%, iar la descărcări de 0,001 A/g depolarizant, coeficientul de utilizare este de 40%; pila cu depolarizant peroxid de argint permite debite de ordinul 1 A/g depolarizant şi un coeficient de utilizare de 80%. Această pilă se caracterizează printr-o descărcare la o tensiune constantă; tensiunea la borne este de 1,5—1,6 V.

*Pila cu magneziu* care înlocuieşte anodul de zinc. Constructiv, această pilă are anodul de magneziu şi catodul for-

mat dintr-o masă depolarizantă normală cu bioxid de mangan și negru de fum, iar electrolitul dintr-o soluție de bromură de magneziu. Capacitatea unei astfel de pile este de două ori mai mare decît aceea a pilei cu anodul de zinc. Umplerea acestei pile cu electrolit se face în momentul folosirii, iar dacă nu s-a consumat și dorim s-o folosim mai tîrziu ea trebuie golită de electrolit.

Magneziul are un potențial normal de electrod de —2,4 V, față de + 0,76 V valoarea potențialului normal al zincului; magneziul, fiind mult mai ușor decît zincul, are o capacitate de masă de 2 200 Ah/kg față de 815 Ah/kg a zincului.

Deoarece magneziul este supus coroziunii la electroliții uzuali, se folosesc alți electroliți ca de exemplu cei alcalini, cei de acid cromic etc.

Electrodul de magneziu poate să înlocuiască în principiu electrodul de zinc în pilele uscate obținîndu-se o capacitate specifică de două ori mai mare.

*Pila cu depolarizant — oxid de mercur.* Această pilă are electrodul pozitiv format din cărbune, electrodul negativ din zinc, electrolitul din hidrat de potasiu, iar depolarizantul din oxid de mercur. Pila poate avea perioade lungi de conservare în condiții grele de temperatură și umiditate, și de aceea poate fi folosită în aparatura electronică care lucrează în aceste condiții.

Această pilă prezintă avantajul unui coeficient de utilizare a maselor active de 80—90%, deci mult mai mare în comparație cu pilele obișnuite; aceasta se datorește unei construcții foarte compacte.

### c. *Conectarea pilelor electrice*

Pilele electrice se pot conecta în serie, paralel sau mixt, formînd astfel o baterie electrică. Aceste conectări se fac avîndu-se în vedere obținerea unei tensiuni mari sau a unui curent mare.

*Conectarea în serie a pilelor* (fig. 1.6, *a*) se face legînd borna negativă a primului element cu borna pozitivă a celui de al doilea etc.

Să considerăm că vrem să legăm în serie cinci elemente identice care au aceeași f.e.m. $E$ și aceeași rezistență interioară $r$. Bornele $A$ și $B$ ale bateriei formate sînt unite prin rezistența exterioară $R$. Cu un voltmetru se măsoară f.e.m.

a fiecărui element $E$ şi apoi a întregii baterii, circuitul fiind deschis (comutatorul $K$ deschis).

Se constată că f.e.m. a bateriei este egală cu suma f.e.m. a fiecărui element legat în serie, adică $E_{B1} = 5E$ ($E_{B1}$ fiind tensiunea bateriei). Rezistenţa interioară a bateriei $r_{B1}$ este

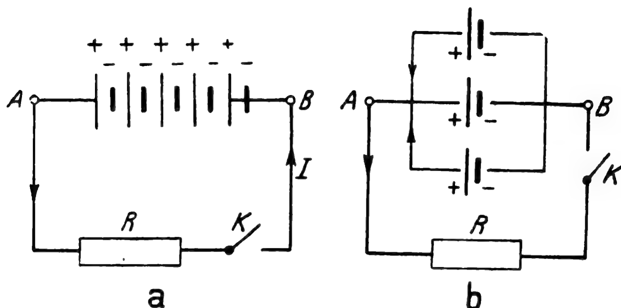



Fig. 1.6. Conectarea pilelor electrice:
*a* — conectarea în serie; *b* — conectarea în paralel.

egală cu suma rezistenţelor interioare ale elementelor $r_{B1} = 5\,r$, acestea fiind legate în serie.

Dacă se închide comutatorul $K$, prin circuit se stabileşte un curent $I$. Legea lui Ohm aplicată întregului circuit va da

$$I = \frac{5E}{R + 5r}.$$

În general, pentru $n$ elemente identice legate în serie, curentul se calculează cu relaţia

$$I = \frac{nE}{R + nr}.$$

De aici se deduce că elementele se leagă în serie atunci cînd este nevoie de o tensiune electrică mare. Acest mod de conectare este avantajos cînd rezistenţa interioară a fiecărui element este mică, astfel ca rezistenţa interioară totală $nr$ să poată fi neglijată faţă de $R$. Se poate scrie $I = \frac{nE}{R}$, adică şi intensitatea curentului dat de baterie creşte de $n$ ori faţă de cel dat de un singur element.

*Conectarea în paralel a pilelor* (fig. 1.6, *b*) se face legînd între ele toate bornele pozitive ale elementelor care formează borna pozitivă $A$ a bateriei și bornele negative care formează borna negativă $B$ a bateriei. Se observă că f.e.m. a bateriei este aceeași cu f.e.m. a fiecărui element în parte. Rezistența interioară a bateriei este de $n$ ori mai mică decît rezistența interioară $r$ a unui singur element, deoarece aceste rezistențe sînt legate în paralel. Deci bateria de $n$ elemente legate în paralel este echivalentă cu un singur element care ar avea aceeași f.e.m. $E$, dar cu rezistența interioară de $n$ ori mai mică $\left(\frac{r}{n}\right)$.

Legea lui Ohm dă intensitatea curentului $I$ în cazul cînd se închide circuitul prin rezistența exterioară $R$

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}.$$

Dacă rezistența interioară $\frac{r}{n}$ este neglijabilă față de $R$, atunci $I = \frac{E}{R}$ ca și în cazul unui singur element. În schimb, intensitatea $I$ din circuitul exterior este dată de toate cele $n$ elemente, adică fiecare element furnizează numai $\frac{I}{n}$ din intensitatea curentului principal. Deci, conectarea elementelor în paralel se face atunci cînd nevoile practice cer un curent mai mare.

Uneori, elementele se grupează mixt, adică un număr de elemente se grupează în serie, iar mai multe asemenea grupări formate din elemente legate în serie se leagă în paralel.

## 3. **Bateria anodică**

### a. *Generalități*

Pentru construirea bateriilor se folosesc pile electrice de mare serie (industriale). De obicei aceste pile au ca depolarizant bioxidul de mangan, aerul sau un sistem combinat din cele două procedee. Fabricarea elementelor din compu-

lierea bateriilor se face cu mașini automate, atingînd producții de ordinul a zeci de mii de pile într-un schimb.

Din elemente galvanice se pot construi: baterii de buzunar, baterii anodice (normale, cu galeți — sau pastilă), baterii de telecomunicații.

La elementele din baterii se folosesc păhărele de zinc ca electrozi negativi, care se fabrică prin presarea unor discuri mici de zinc.

Montarea elementelor în baterii se face cositorind la fiecare electrod de zinc cîte un conductor subțire (din cupru cositorit) și învelind elementele în hîrtie impregnată cu parafină. Elementele astfel pregătite se așază în cutii de carton parafinat, care sînt împărțite în interior în celule cu ajutorul unor pereți tot din carton gen fagure de albine. Capătul liber al conductorului, care este sudat de păhărelul de zinc, se sudează la căpăcelul de alamă care este fixat pe electrodul de cărbune al elementului vecin. La capătul bateriei se sudează conductoare flexibile izolate care formează bornele de ieșire ale circuitului exterior. După aceste operații, bateria se introduce într-un amestec fierbinte de parafină cu colofoniu. Deasupra elementelor se toarnă rășină.

Funcție de tipul bateriei variază și numărul de elemente. Astfel, la bateriile de buzunar fabricate în R.P.R. de tip BUB se introduc 3 elemente a cîte 1,5 V fiecare, obținîndu-se tensiunea de 4,5 V. La bateria de producție romînească ARMT se introduc 60 de elemente, obținîndu-se astfel o tensiune de 90 V.

Bateriile rezistente la temperaturi joase au pe etichetă o dungă roșie, iar bateriile de tip universal au două benzi verzi în diagonală.

Pentru instalațiile radio de gabarit redus și pentru instalațiile ce folosesc tranzistoare, se folosesc *baterii cu galeți* (baterii de tip pastilă). La aceste baterii depolarizantul se presează în formă de galeți. La montarea bateriei, galeții se așază pe o placă de zinc peste care s-a pus un carton impregnat cu soluția electrolitului. Se așază apoi galeții, iar deasupra se pune în același mod o altă placă de zinc. De plăcile metalice se sudează conductoarele exterioare.

Bateria cu galeți prezintă următoarele avantaje față de bateria cu elemente cilindrice.

Datorită presării se poate așeza o cantitate mai mare de depolarizant în același volum și astfel lipsesc spațiile neutilizate.

Formele plane ale electrozilor de cărbune și aglomerat măresc capacitatea elementelor cu 25%.

Datorită suprafeței mari de contact a electrodului pozitiv cu stratul de grafit, curentul de descărcare este mai mic și deci scade rezistența internă.

Bateriile cu galeți se notează cu simbolul BASG (baterie anodică uscată din galeți). Asamblarea bateriei cu galeți se face sub forma unei coloane din elemente suprapuse, astfel că partea superioară a unui electrod este în contact cu partea inferioară a celuilalt electrod. Pentru realizarea legăturii dintre diferite elemente ale coloanei se folosesc electrozi bipolari care servesc simultan drept pol negativ al unui element și drept pol pozitiv al elementului vecin. Un astfel de electrod se construiește dintr-o placă de zinc la care pe o parte se așază un strat special subțire de amestec de grafit cu negru de fum de acetilenă, cementat cu o soluție de colofoniu și ulei de ricin. Acest amestec are o bună conductibilitate electrică. La noi în țară se fabrică baterii cu galeți la întreprinderea ARMT.

În Uniunea Sovietică se fabrică baterii speciale cu galeți de dimensiuni mici, numite „maliutca“, care au o f.e.m. de 700 V, iar capacitatea de 0,05 Ah.

b. *Tipuri de baterii în folosință*

La noi în țară se fabrică o varietate de baterii. Caracteristicile bateriilor și elementelor care se produc în R.P.R. sînt date în standardele de stat (STAS 808 și 809-49). Conform acestor standarde clasificarea (și notarea) bateriilor galvanice uscate cu depolarizant bioxid de mangan (D.M.U.) și mixt (D.M.O.U.) fabricate în R.P.R. este următoarea:

BUZ — baterie uscată pentru iluminat cu celulă (elementul) A;

BVA — baterie uscată anodică cu celulă (elementul) B și C;

EUT — element uscat pentru telecomunicație cu celula D, E, Ea, F;

EUFR — element uscat pentru filamente radio cu celulă G și H.

Într-o completare a acestui standard (STAS 808-55) care a intrat în vigoare din anul 1956, în locul notațiilor EUT sau EUFR urmate de indicarea tipului celulei D, E, Ea, F, G, H

se notează respectiv cu PU 16, PU 35, PU 30, PU 50, PU 300, PU 500.

În STAS 808-49 și 809-49 se dau tabele cu dimensiunile elementelor și proprietățile electrice. Astfel în tabela „Dimensiunile vasului și ale pieselor componente ale elementelor uscate cu bioxid de mangan“ se dau dimensiunile elementelor A, B, C, D, E, Ea, F, G și H.

Caracteristicile electrice ale cîtorva elemente cu bioxid de mangan fabricate la noi în țară sînt date în tabela 1.1.

*Tabela 1.1*

**Caracteristicile electrice ale elementelor cu bioxid de mangan**

| Tipul elementului | Tipul bateriilor la care se folosește | Tensiunea inițială, V | Tensiunea după descărcare, V | Capacitatea, Ah | Durata de funcționare, h | Rezistența de descărcare, Ω | Regimul descărcării |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | BUL | 1,5 | 0,6 | 0,25 | 1,5 | 5 | continuu |
| B | BUL | 1,5 | 0,6 | 0,6 | 3 | 5 | „ |
| C | BVA | 1,5 | 0,6Ui | 1,2 | 2,40 | 5 | intermitent 4 h/zi |
| D | EUT | 1,5 | 0,7 | 16 | 240 | 5 | continuu |
| E | EUT | 1,5 | 0,7 | 35 | 350 | 5 | „ |

Bateriile anodice fabricate în R.P.R. sînt prezentate în tabela 1.2. În această tabelă se dau principalele carac-

*Tabela 1.2*

**Caracteristicile bateriilor anodice fabricate în R.P.R.**

| Tipul bateriei | F.E.M., V | Tensiunea inițială, V | Rezistența de descărcare, Ω | Curentul de descărcare, mA | Regimul descărcării | Tensiunea finală, V | Capacitatea, Ah | Durata de funcționare, h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BUA 3 | 3 | 2,5 | 10 | — | continuu | 1,4 | 0,25 | 1,5 |
| BUB 4,5 | 4,5 | 3,9 | 15 | — | „ | 2,1 | 0,6 | 3 |
| BUC 22,5 | 22,5 | 20 | — | 15 | 4 h/zi | 0,6 | 1,2 | 80 |
| BUB 45 | 45 | 39 | — | 5 | 4 h/zi | 0,6 | 0,6 | 240 |
| BUB 90 | 94,5 | 82 | — | 5 | 4 h/zi | 0,6 | 0,6 | 240 |
| BUB 100 | 105 | 91 | — | 5 | 4 h/zi | 0,6 | 0,6 | 240 |
| BUB 120 | 126 | 109 | — | 5 | 4 h/zi | 0,6 | 0,6 | 240 |
| BUB 150 | 157,5 | 137 | — | 5 | 4 h/zi | 0,6 | 0,6 | 240 |

teristici electrice ale bateriilor anodice. Literele care indică tipul bateriei au următoarele semnificații: Primele două litere (BU) înseamnă „baterie uscată", iar literele următoare A, B etc. indică tipul constructiv al elementelor. Numărul care urmează indică valoarea rotunjită a forței electromotoare.

c. *Calculul duratei de funcționare a bateriilor*

Se va calcula durata de funcționare a radioreceptorului cu tranzistoare de tip „Litoral", fabricat de „Uzinele Electronica" la sfîrșitul anului 1960.

Receptorul se alimentează de la două baterii de lanternă, avînd fiecare 4,5 V.

Pentru calculul duratei de funcționare a radioreceptorului ne interesează consumul tuturor tranzistoarelor și capacitatea bateriei. Consumul radioreceptorului pentru o audiție normală este de 35 mA. Acest consum se poate măsura cu un miliampermetru introdus între colectoarele tranzistoarelor și sursele de alimentare. Bateria BUB (El-BA Super) care se găsește pe piață are capacitatea de 0,6 Ah.

Durata de funcționare se află făcînd raportul între capacitatea bateriei și consumul aparatului

$$\text{Durata bateriei} = \frac{\text{capacitatea bateriei (mAh)}}{\text{curentul consumat (mA)}} = \frac{600}{35} = 172 \text{ h}.$$

Curenții s-au transformat în mA.

Considerînd că aparatul ar funcționa cîte 2 h pe zi, atunci două baterii de lanternă ar asigura funcționarea radioreceptorului

$$\frac{172}{2} = 86 \text{ zile, deci aproape 3 luni.}$$

Pentru alimentarea unei stații de amplificare de mică putere pentru radioficarea la sate se poate folosi un aparat de radiorecepție de producție romînească „Olt" (S-555 B). Pentru alimentarea acestui aparat de la elemente și baterii, va trebui să alegem pilele și bateriile corespunzătoare tensiunilor și curenților necesari.

Tuburile acestui radioreceptor de tip superheterodină sînt: 1R 5-T (schimbătoare de frecvență); 1T 4-T (amplificatoare de frecvență intermediară); 1S 5-T (detectoare și

preamplificatoare de audiofrecvență); 3V 4 (amplificatoare finale).

Aceste tuburi trebuie alimentate cu următoarele tensiuni: $U_f = 1{,}4$ V; $U_a = 90$ V.

Consumul filamentelor este de maximum 250 mA ($I_f = 250$ mA). Consumul anodic este de 18 mA ($I_a$=18 mA).

Astfel din tabela 1.1 se poate alege pila de tipul EUT-E-1,5 care are o capacitate de 35 Ah pentru alimentarea filamentelor.

Pentru alimentarea cu tensiune anodică se alege din tabela 2 bateria BUB 90 ce are o capacitate de 0,6 Ah.

Durata de funcționare se calculează împărțind capacitatea la curentul necesar

$$U_f = \frac{35\ \text{Ah}}{0{,}250\ \text{A}} = 140\ \text{ore}.$$

Considerînd că stația funcționează în medie 5 ore pe zi, atunci pila va dura $\frac{140}{5} = 28$ zile.

Durata de funcționare a bateriei anodice este

$$D_A = \frac{0{,}6\ \text{Ah}}{0{,}018\ \text{A}} \approx 33\ \text{ore}.$$

În acest mod se aleg sursele de alimentare și se calculează durata lor de funcționare.

d. *Regenerarea bateriilor anodice*

Datorită depozitărilor îndelungate (2—3 ani), bateriile anodice își pierd din capacitatea inițială, deoarece electrolitul se usucă sau bateria se autodescarcă. Tensiunea acestor baterii scade sub valorile normale, mai ales atunci cînd acestea se măsoară în sarcină. Uneori chiar tensiunea măsurată în gol scade rapid.

Aceste baterii nu trebuie aruncate, deoarece printr-o regenerare simplă ele vor fi cel puțin tot atît de bune ca și bateriile noi, iar uneori chiar mai bune. Bateriile se regenerează dacă se încarcă timp de 2—3 ore cu un curent de aproximativ 30 mA, în sens invers celui de descărcare. În acest scop, se poate folosi un redresor obișnuit care dă tensiunea bateriei. Dacă nu se dispune de un redresor,

atunci regenerarea se poate face simplu folosind partea de redresare dintr-un radioreceptor. În acest caz, se pot regenera chiar cîte două baterii anodice o dată. Bateriile se conectează în serie avînd minusul legat la șasiu, iar plusul (printr-o rezistență de reglare a curentului) la unul din piciorușele de filament ale diodei redresoare. Pentru a nu suprasolicita redresorul este bine ca tuburile electronice să fie scoase din circuit. Dacă după o asemenea regenerare a bateriei se observă o cădere a tensiunii în gol, atunci va trebui să se introducă în fiecare element (cu ajutorul unei pipete) puțină apă, pentru ca electrolitul să-și revină. După ce s-a introdus apa, bateria se lasă într-un mediu a cărui temperatură este bine să fie crescătoare ajungînd pînă la 25—30°C.

Redresoarele pentru regenerarea bateriilor se pot construi simplu din 4 sau mai multe celule de seleniu (diametrul 100 mm). După experiențele efectuate în U.R.S.S. de V. S. Leonov și V. N. Bulicev, s-a constatat că nu este nevoie de filtru de redresare, deci construcția unui astfel de redresor este simplă. Curentul de încărcare trebuie să fie de 300—500 mA la o încărcare în decurs de 15 minute, sau de 100—150 mA la o încărcare de 1—2 ore.

Bateriile de buzunar de tip KBS, BUB etc. se regenerează bine prin această metodă. S-a constatat chiar că bateriile de buzunar tratate în acest mod după o oră de descărcare pe o sarcină normală aveau o tensiune mai mare decît bateriile noi.

La aparatele cu tranzistoare, radioreceptoare și mai ales emițătoare, se recomandă să se facă acest tratament chiar la bateriile proaspete, putîndu-se astfel mări tensiunile și capacitățile, deci puterea aparatelor; prin această metodă se pot folosi doar două elemente din baterie în loc de trei, efectul fiind același. Acest lucru este foarte important la aparatele cu tranzistoare, unde se urmărește realizarea unui volum mic.

## 4. Acumulatoarele cu plăci de plumb (acide)

### a. *Generalități*

Dacă într-un vas izolant ce conține o soluție de acid sulfuric se introduc două plăci de plumb (fig. 1.7, *a*) se realizează un acumulator acid. Procesul chimic care are loc este următorul: acidul sulfuric atacă plumbul și produce la

suprafața plăcilor sulfat de plumb ($PbSO_4$). Dacă se conectează cele două plăci la o sursă de curent continuu se observă că electrodul pozitiv se acoperă cu un strat de oxid roșu de plumb ($PbO_2$), iar cel negativ cu plumb spongios. În

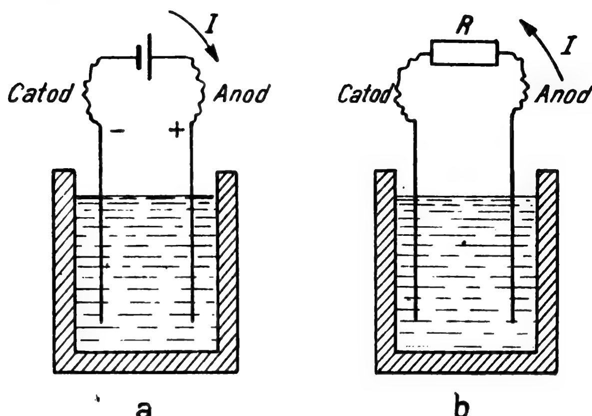



Fig. 1.7. Acumulatorul cu plumb:
*a* — încărcarea acumulatorului; *b* — descărcarea acumulatorului.

sistem circulă un curent cu sensul arătat în fig. 1.7, *a*. Reacția chimică ce are loc poate fi redată principial astfel:



$$2PbSO_4 + 2H_2O = 2H_2SO_4 + PbO_2 + Pb$$

Această reacție arată că două molecule de sulfat de plumb se combină cu două molecule de apă pentru a da două molecule de acid sulfuric, o moleculă de oxid roșu de plumb și o moleculă de plumb spongios. Se observă că din reacție apare și acid sulfuric, deci în funcționare (la încărcare) electrolitul își mărește concentrația cu acid.

Dacă se deconectează sursa de curent și în locul ei se conectează o rezistență $R$, se constată că în sistem circulă un curent de sens invers celui de la încărcare (fig. 1.7, *b*). În acest timp, depunerile de oxid roșu de plumb și de plumb spongios se micșorează, iar acidul sulfuric se diluează. Reacția chimică poate fi scrisă acum astfel



$$2H_2SO_4 + PbO_2 + Pb = 2PbSO_4 + 2H_2O$$

Adică este o reacție inversă față de cea precedentă. Aceste reacții sînt reversibile deci și sursa chimică de curent este reversibilă, putîndu-se încărca și descărca.

Oxidul de plumb și plumbul spongios sînt substanțe ce intervin în mod deosebit în reacțiile chimice la încărcarea și descărcarea acumulatorului; acestea se numesc substanțe active.

Între două plăci de plumb identice ce s-au cufundat în acid sulfuric diluat nu se observă o diferență de potențial. Dacă aceste plăci se conectează la polii unei surse de curent continuu, se produce electroliza. Acest curent se numește „de încărcare“. Dacă se întrerupe acest curent, se constată că între plăcile acumulatorului există o forță electromotoare care dă naștere într-un circuit exterior închis la un curent electric de sens opus celui de încărcare, denumit curent „de descărcare“.

Forța electromotoare care apare se datorește gradului diferit de oxidare a celor două plăci, în urma electrolizei din timpul încărcării.

În timpul descărcării, forța electromotoare scade, iar curentul de descărcare se micșorează progresiv pînă ce dispare. Plăcile de plumb au din nou aceeași culoare, dar diferită de cea inițială. Această nouă culoare se datorește sulfatului de plumb ($PbSO_4$) care se află la suprafața celor două plăci.

Prin repetarea încărcărilor și descărcărilor, la suprafața plăcilor se formează din ce în ce mai multă materie activă (peroxid de plumb la o placă și plumb spongios la cealaltă).

Scăderea concentrației electrolitului arată că acesta participă nemijlocit la reacție conform relației chimice arătate mai înainte.

Acumulatorul poate fi folosit în exploatare după ce s-a format. Formarea acumulatorului se face prin introducerea electrolitului și prin încărcări și descărcări succesive pînă ce acesta este capabil să dea o cantitate suficientă de electricitate. Cantitatea de electricitate acumulată într-un acumulator poartă numele de capacitatea acumulatorului. Capacitatea unui acumulator sau a unei baterii de acumulatoare se măsoară în amperi-ore (Ah).

Raportul între cantitatea de electricitate pe care un acumulator o dă la descărcare și cantitatea de electricitate pe care a primit-o la încărcare se numește *randament în cantitate*.

Raportul între energia electrică dată la descărcare și energia primită la încărcare se numește *randament în energie*.

La acumulatoarele cu plumb, randamentul în cantitate variază între 0,85 și 0,95, iar randamentul în energie între 0,7 și 0,8. Capacitatea unei baterii de acumulatoare cu plăci de plumb se poate socoti în medie de circa 10—12 Ah.

b. *Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor cu plumb*

Pentru ca acumulatoarele să poată fi folosite în bune condițiuni la alimentarea aparatelor radio, ele trebuie să îndeplinească o serie de condiții, și anume:

— forța electromotoare trebuie să fie cît mai mare și să varieze cît mai puțin la încărcare și descărcare;

— cedarea energiei să se facă astfel încît energia acumulată să fie debitată în totalitate;

— rezistența interioară să fie cît mai mică;

— capacitatea să fie cît mai mare, pentru o anumită greutate și un volum dat;

— acumulatorul să se autodescarce cît mai puțin;

— costul acumulatorului să fie minim.

*Curbele de încărcare și descărcare.* În fig. 1.8 se dau curbele de încărcare și descărcare ale unui acumulator cu plumb.

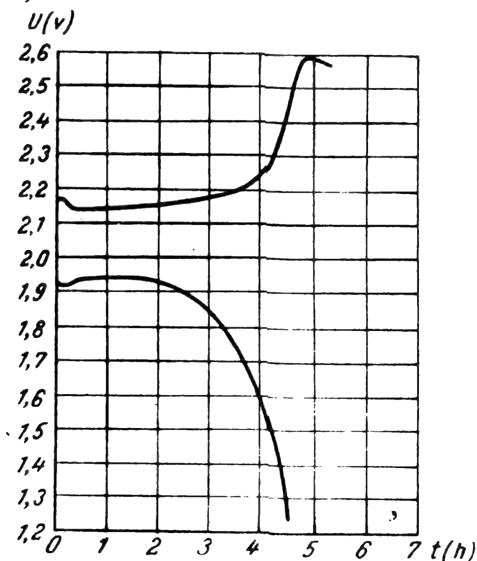



Fig. 1.8. Curbele de încărcare și descărcare ale acumulatorului cu plumb.

La încărcare (curba de sus fig. 1.8) se observă că tensiunea crește rapid la început de la 2,1 la 2,17 V apoi scade pînă la 2,13 V după care urmează încărcarea principală care se face încet pînă la 2,2 V. Tensiunea crește apoi repede pînă la 2,6 V datorită degajării gazelor pe electrozi. După încărcare, tensiunea acumulatorului scade la valoarea normală de 2—2,1 V (funcție de concentrația acidului); de la această valoare a tensiunii începe descărcarea.

La descărcare (curba de jos, fig. 1.8), la început se produce o scădere rapidă a tensiunii pînă la 1,92 V, apoi aceasta rămîne constantă pînă la 1,8 V. În practică, acumulatoarele nu se descarcă mai mult, deoarece altfel tensiunea scade pînă la zero, aceasta ducînd la distrugerea acumulatorului.

Curbele de încărcare și descărcare se modifică funcție de concentrația electrolitului și de temperatură.

*Rezistența interioară.* Acumulatoarele de plumb au rezistență interioară maximă de 0,1 Ω (la cele mai mici acumulatoare). La acumulatoarele mari, rezistența interioară este de ordinul cîtorva zecimi de miimi de ohm. Căderea de tensiune pe rezistența interioară este de cîteva sutimi de volt. La acumulatoarele vechi, rezistența interioară crește. Rezistența interioară crește o dată cu scăderea temperaturii, deoarece se modifică conductibilitatea electrolitului.

*Capacitatea acumulatoarelor cu plumb.* Capacitatea este principala caracteristică a unui acumulator. Capacitatea acumulatorului se măsoară în amperi-oră (Ah) și reprezintă cantitatea de electricitate pe care o poate debita.

În tehnică se înțelege prin capacitatea în amperi-oră a unui acumulator cu plumb acea cantitate de electricitate pe care o dă în timpul descărcării pentru o reducere cu 10% a tensiunii acumulatorului încărcat. Capacitatea în watt-oră reprezintă cantitatea de energie cedată de acumulator în aceleași condiții (ea este egală cu produsul între capacitatea în amperi-oră și tensiunea medie la descărcare).

Capacitatea acumulatorului poate fi mărită prin următoarele procedee constructive: mărirea cantității de substanță activă și îmbunătățirea construcției în sensul realizării de plăci cît mai subțiri, descărcarea cu întreruperi, folosirea acidului sulfuric în concentrație de 30% care dă cea mai bună conductibilitate, creșterea temperaturii.

Se poate considera că la o densitate de curent normală pentru o creştere a temperaturii (peste 15%) cu un grad corespunde o creştere a capacităţii acumulatorului cu 1%.

Pentru o temperatură mai mică de 0°C, difuziunea se face foarte greu. Din această cauză, la descărcare, acidul din pori poate să dispară aproape complet. Apa pură rămasă în pori îngheață uşor, deşi în vasul acumulatorului se află electrolit lichid.

De aceea, la geruri puternice trebuie să se folosească un acid mai concentrat ($H_2SO_4$) 39% (greutate specifică 1,30).

*Randamentul.* Acumulatorul cu plumb nu lucrează ca o pilă reversibilă. De aceea, cantitatea de energie consumată pentru încărcare este mai mare decît cantitatea de energie care se obţine în timpul descărcării.

Aceasta se datoreşte reacţiilor secundare (ca descompunerea apei) şi autodescărcării acumulatorului.

Randamentul acumulatorului reprezintă gradul de folosire a cantităţii de electricitate sau a energiei în procente; dacă arată gradul de folosire a cantităţii de electricitate, atunci poartă denumirea de randament în amperi-ore, iar în cazul în care arată folosirea energiei — randament în watt-ore.

Valoarea practică a randamentului în amperi-ore ($\eta_{Ah}$) al unui acumulator cu plumb este de circa 85%.

Randamentul în amperi-ore se determină astfel. Acumulatorul încărcat se descarcă cu un curent $I$, pînă la tensiunea fixată $U$. Acumulatorul se încarcă apoi cu aceeaşi intensitate a curentului, pentru a i se da cantitatea de energie obținută la descărcare. Urmează o nouă descărcare cu curentul $I$ pînă la tensiunea finală.

În exploatare o mare importanţă o are randamentul în watt-ore. În practică $\eta_{Wh} = 65...75\%$.

*Autodescărcarea.* Atunci cînd acumulatorul este păstrat fără a fi folosit, pierde în timp de 24 ore de la 0,5 pînă la 2% din capacitatea sa. Cauzele autodescărcării sînt impurităţile de metale din acumulator care la depunere pe catod formează cupluri scurtcircuitate. Cele mai active metale sînt: platina, aurul, argintul, nichelul, cobaltul, cuprul, fierul etc.

O altă cauză a autodescărcării este reacţia acidului sulfuric cu plumbul spongios, măcinat fin. Această reacţie

devine vizibilă atunci cînd se folosește acid mai concentrat și cînd crește temperatura.

Autodescărcarea depinde și de starea acumulatoarelor și anume de starea elementelor, de scurtcircuitele produse între plăci, de rezistența de izolație față de pămînt a acumulatorului. Autodescărcarea este mai mare la acumulatoarele uzate și la cele întreținute prost.

În prescripțiile standardelor din țara noastră se arată că la o depozitare de 30 zile a acumulatorului media pe zi a autodescărcării nu trebuie să întreacă 1% din capacitatea corespunzătoare regimului de descărcare în 10 ore.

### c. *Tipuri de acumulatoare cu plumb fabricate în R.P.R.*

Caracteristicile acumulatoarelor cu plumb fabricate în R.P.R. sînt date în STAS 443-52.

Acumulatoarele cu plăci pozitive de mare suprafață se notează prin inițialele ZO30 și ZO40; cifra de la sfîrșit arată suprafața utilă a plăcii pozitive (ZO30 are $S = 30$ dm², iar ZO40 are $S = 40$ dm²). Cifra romană care se află înaintea literei Z arată numărul de plăci pozitive conținute în fiecare element. Elementele de tipul GO au plăcile pozitive de mare suprafață, iar cele de tipul Le și Wm au plăcile groase din pastă.

Principalele caracteristici ale acestor acumulatoare sînt date în tabela 1.3.

*Tabela 1.3*

**Caracteristicile acumulatoarelor cu plumb fabricate în R.P.R.**

| Tipul acumulatorului | Tensiunea nominală, V | Capacitatea, Ah | Curentul de încărcare, A | Greutatea acumulatorului cu acid, kg |
|---|---|---|---|---|
| I. ZO30 | 2 | 22 | 5,5 | 5,3 |
| II. ZO30 | 2 | — | 11 | 9,1 |
| I. ZO40 | 2 | 30 | 7,3 | 7,2 |
| II. ZO40 | 2 | — | 14,6 | 11,1 |
| III. ZO40 | 2 | — | 22 | 16,6 |
| I. D. GO14 | 4 | 10 | 2,2 | 6,5 |
| Le 1 | 2 | 12 | 1,2 | 2,44 |
| Le 4 | 2 | 12 | 4,8 | 6,8 |
| D. Le 1 | 4 | — | 1,2 | 7,5 |
| 5. W.n. 1 | 10 | 0,7 | 0,007 | 0,82 |

*Montarea acumulatoarelor.* Acumulatoarele cu plumb se montează ușor; de aceea, operația se execută manual. Plăcile și electrolitul se introduc într-un vas. Vasele au de obicei pereții de formă dreptunghiulară, iar materialul din care sînt confecționate trebuie să fie rezistent la acțiunea acidului sulfuric. Vasele de sticlă sînt cele mai bune, deoarece permit și observarea proceselor la încărcare și descărcare. Acumulatoarele transportabile au vasele construite din ebonită sau masă plastică.

Vasele de lemn sau ceramică se folosesc mai rar.

Plăcile pozitive și negative se leagă în blocuri. Între fiecare grup de electrozi de semn opus se introduce un separator care înlătură posibilitatea de scurtcircuitare. De urechile plăcilor se sudează o punte de asamblare (bareta). Plăcile se introduc în vas, iar deasupra se pune un capac ce are deschideri pentru borne și o deschidere pentru turnarea electrolitului.

În partea superioară a acumulatorului se toarnă smoală. Uneori plăcile negative se așază pe piciorușe de sprijin care se află la fundul vasului, iar cele pozitive pe o vergea de ebonită care se află peste plăcile negative.

În vas se introduce electrolitul format dintr-o soluție de acid sulfuric cu concentrația de 27—39% (densitate 1,2—1,3 g/cm$^3$). Acidul se diluează cu apă distilată.

Există și acumulatoare cu electrolit care nu se varsă (acid sulfuric cu vîscozitate mărită prin adăugarea silicatului de sodiu), dar acestea au o capacitate redusă și o rezistență interioară mare.

În ultimul timp se fabrică acumulatoare încărcate fără a avea în ele electrolit. Aceste acumulatoare cu plăcile încărcate pot fi transportate ușor și păstrate mult timp, fără autodescărcare mare. Înainte de folosire, se introduce electrolitul în vas. Spre deosebire de celelalte acumulatoare, acestea trebuie să aibă plăcile cît mai uscate.

### d. *Formarea și încărcarea acumulatoarelor*

Pentru a intra în exploatare este necesar să se umple acumulatorul cu electrolit. Culoarea plăcilor pozitive trebuie să fie castanie. Acidul sulfuric pentru acumulatoarele folosite în radiotehnică trebuie să aibă o greutate specifică de 1,20 g/cm$^3$. Soluția de acid sulfuric se toarnă în vase pînă la nivelul normal (15 mm peste nivelul plăcilor), apoi se lasă

în repaus 6—12 ore, pentru ca plăcile şi separatoarele să se îmbibe cu electrolit. Electrolitul se introduce rece. Umplerea trebuie să se facă repede, pentru că acidul sulfatează plăcile. Acidul se formează în vase speciale în care se toarnă înainte apa, apoi acidul.

*Prima încărcare.* De obicei, fabrica constructoare sau standardele de stat indică modul în care se realizează prima încărcare.

Încărcarea se face de la un redresor sau de la o altă sursă de curent continuu care au tensiuni şi puteri corespunzătoare acumulatorului ce se încarcă. În caz că acumulatorul nu are instrucţiuni, atunci prima încărcare se face cu un curent cu 60% din curentul de descărcare, la un regim de descărcare de 10 ore. De exemplu, un acumulator cu capacitatea de 60 Ah la regimul de 10 ore se poate descărca cu 6 Ah. În acest caz, prima încărcare se poate face cu $0,06 \times 60 = 3,6$ A, ceea ce reprezintă 60% din curentul de descărcare. Pentru încărcare, electrodul pozitiv al acumulatorului ($PbO_2$) se conectează la polul pozitiv al sursei de încărcare, iar cel negativ (Pb) la polul negativ. În tot timpul încărcării trebuie să se controleze densitatea electrolitului, să se noteze timpul cît se încarcă, tensiunea la începutul şi sfîrşitul încărcării şi curentul de încărcare care trebuie să fie constant. Metoda de încărcare trebuie să fie în trepte, adică cu ajutorul unei rezistenţe introdusă în serie cu acumulatorul se modifică curentul de încărcare. La prima treaptă, curentul se menţine pînă ce tensiunea la borne ajunge la 2,35—2,40 V de element. În a doua treaptă de încărcare, curentul se reduce la jumătate; această treaptă durează pînă ce tensiunea ajunge la 2,50 V de element. Pe ultima treaptă, valoarea curentului este redusă la un sfert. Acest regim se păstrează pînă la sfîrşitul încărcării. La sfîrşitul încărcării se produce o degajare abundentă de gaze; din acest moment măsurările de tensiune şi de densitate se fac mai des. În tot timpul încărcării, temperatura trebuie să se menţină în limitele de la + 30 la + 40°C. După încărcare, electrolitul trebuie readus la densitatea normală.

Pentru a se mări durata de funcţionare şi capacitatea acumulatorului este bine să se încarce şi să se descarce de cîteva ori la un regim de 20 ore (adică timp de 20 ore, la un curent cu valoarea de 1/20 din capacitatea nominală). Abia după aceste operaţii acumulatorul poate fi dat în exploatare.

Încărcarea şi descărcarea normală a acumulatorului se fac în timpul exploatării. Încărcarea trebuie să se facă imediat după descărcare. Dacă din neglijență acumulatorul se lasă 2—3 zile neîncărcat, acesta se sulfatează. Încărcarea normală a acumulatorului se face la o tensiune ceva mai mare decît cea nominală a acumulatorului şi la un curent cu o valoare 1/10 din capacitatea lui considerată la un regim de descărcare de 10 ore.

De exemplu un acumulator cu plumb care are în regimul de descărcare de 10 ore o capacitate de 50 Ah la 2 V se va încărca timp de 10 ore cu un curent maxim de 5 A la o tensiune de 2,7—3,4 V. De obicei, acumulatorul se încarcă cu un curent mai mic, deoarece în acest mod se conservă mai bine plăcile acumulatorului.

Încărcarea mai multor acumulatoare care au aceeaşi capacitate se face simplu, conectînd acumulatoarele în serie şi fixînd de la redresor o tensiune egală cu tensiunea totală; curentul se calculează ca în cazul normal. Dacă acumulatoarele au capacităţi diferite, conectarea este tot în serie, dar curentul se deduce prin acelaşi calcul ca în cazul încărcării normale dar pentru acumulatorul de cea mai mică capacitate. Încărcarea exagerată a acumulatorului, precum şi nefolosirea acestuia, micşorează durata de exploatare. Semnele care indică sfîrşitul încărcării sînt: tensiunea la borne rămîne constantă timp de 2 h, acumulatorul începe să „fiarbă" degajînd gaze din toate plăcile atunci cînd după o întrerupere scurtă se pune din nou la încărcat. Observaţiile asupra încărcării trebuie făcute urmărind toate elementele acumulatorului. Culoarea plăcilor acumulatorului atunci cînd acesta este încărcat este brună pentru plăcile (+) şi cenuşie pentru plăcile (—). Acumulatorul poate fi încărcat conectîndu-se şi tampon, prin introducere între sursă şi sarcină. Descărcarea acumulatoarelor se face la un curent cît mai mic (limita fiind curentul cu care s-a încărcat). Descărcarea trebuie oprită atunci cînd unele elemente ale bateriei au ajuns la sfîrşitul descărcării.

Randamentul acumulatorului creşte dacă descărcarea nu se face continuu ci cu întreruperi. În timpul descărcării trebuie să se evite scurtcircuitările.

Acumulatoarele sînt livrate de fabrici neformate. Plăcile proaspăt fabricate au o capacitate iniţială mai mică decît cea nominală. De aceea, la acumulatoarele noi se face o încărcare specială numită primă încărcare. Dacă este nevoie

de o capacitate mai mare, acumulatorul este supus unui ciclu de încărcări la curent normal şi descărcări la valoarea curentului necesar exploatării.

*Controlul acumulatoarelor.* După aproximativ 6 luni, acumulatoarele acide se supun unui ciclu de control. Prin acest control se urmăreşte să se determine care din acumulatoare sînt bune, care nu sînt bune şi care elemente din baterii sînt uzate.

Controlul constă din două încărcări: prima încărcare se face cu un curent de 1/20 din capacitatea normală în regim de 20 ore, după care urmează o descărcare la un curent de regim de 10 ore. A doua încărcare se face imediat după descărcare, acumulatorul considerîndu-se încărcat atunci cînd tensiunea rămîne constantă timp de 3—4 ore. Dacă se face raportul între capacitatea la descărcare şi capacitatea la încărcare, se găseşte randamentul în cantitate. Dacă randamentul este sub 80%, acumulatorul se consideră uzat; dacă este peste 80%, atunci se redă în exploatare. Dacă acumulatorul are un randament scăzut, atunci se caută a se înlătura cauzele care au produs această scădere (sulfatarea etc.)

De exemplu încărcînd cu un curent de 1,2 A în regim de 20 ore un acumulator ce are o capacitate de 24 Ah, se constată că acesta se descarcă la un curent de 2,4 A în regim de 10 ore, în timp de 9 ore.

Randamentul în cantitate al acumulatorului se găseşte făcînd raportul între capacitatea la descărcare (9 ×2,4 = = 21,6 Ah) şi cea de la încărcare (24 Ah). Deci

$$\eta = \frac{21,6}{24} \times 100 = 90\%.$$

Rezultă că acest acumulator are o capacitate mai mare de 80%; deci, poate fi exploatat în continuare.

## e. *Calculul consumului acumulatorului*

Să presupunem că un radioamator şi-a construit un radioreceptor după schema-bloc din fig. 1.9, de tip superheterodină. Radioreceptorul conţine următoarele tuburi sovietice: o octodă CO-242, schimbătoare de frecvenţă, care este şi heterodină, două etaje amplificatoare de frecvenţă intermediară cu tuburile 2K2M, un etaj detector echipat tot cu

tubul 2K2M conectat cu diodă, un tub preamplificator de joasă frecvență (2K2M) și un tub amplificator final (2П1П).

Tuburile se leagă la acumulator ca în fig. 1.10, adică în paralel. Consumul de filament este următorul: tubul CO-242

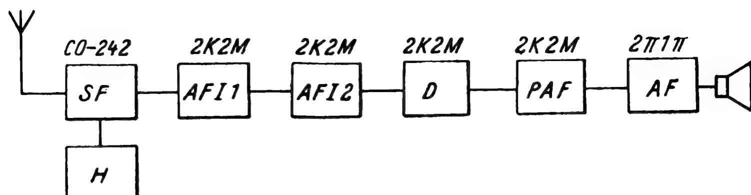



**Fig. 1.9.** Schema-bloc a unui receptor de tip superheterodină ce urmează a fi alimentat:

*PAF* — preamplificator de audiofrecvență; *AF* — amplificator final; *SF* — schimbător de frecvență; *H* — heterodină; *AFI* — amplificator de frecvență intermediară; *D* — detector.

are $I_f = 0{,}16$ A; tubul 2K2M are $I_f = 0{,}06$, iar 2П1П are $I_f = 0{,}06$ A.

Calculul consumului total al tuburilor se face adunîndu-se curenții de filament ai tuburilor:

$$I_T = I_{tub\ 1} + I_{tub\ 2} + \dots + I_{tub\ 6}$$

$$I_T = 0{,}16 + 0{,}06 + 0{,}06 + 0{,}06 + 0{,}06 + 0{,}06 =$$

$$= 0{,}16 + 5 \times 0{,}06 = 0{,}16 + 0{,}3 = 0{,}46 \text{ A}.$$

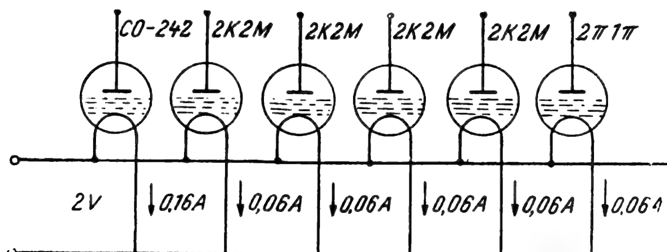



**Fig. 1.10.** Modul de conectare a filamentelor.

Deci întregul radioreceptor consumă pentru încălzirea filamentelor un curent total de 0,46 A ($I_T = 0{,}46$ A).

Dacă acumulatorul folosit are tensiunea de 2 V și capacitatea de 96 Ah, atunci durata de funcționare a acumulatorului încărcat se obține împărțind capacitatea la consumul

radioreceptorului. $T = \frac{\text{Capacitatea acumulatorului}}{\text{Consumul radioreceptorului}} = \frac{96 \text{ Ah}}{0{,}46 \text{ A}} =$ $= 208$ h. Deci radioreceptorul poate funcţiona un timp de 208 ore. Considerînd că în medie se audiază emisiunile timp de 3 ore pe zi, putem afla cîte zile va dura acumulatorul încărcat prin împărţirea numărului total de ore la 3 (numărul de ore de funcţionare pe zi).

$$\text{Nr. de zile} = \frac{208}{3} = 70 \text{ zile.}$$

După 70 de zile, acumulatorul trebuie încărcat.

Calculul se poate face şi împărţind energia acumulată de acumulator la încărcare, la energia consumată de radioreceptor.

## 5. Acumulatoarele alcaline (fero-nichel şi cadmiu-nichel)

### a. *Generalităţi*

Acumulatorul alcalin este format dintr-un vas care conţine o soluţie de hidroxid de potasiu în care se află electrozii. Ca electrod pozitiv este folosit hidroxidul de nichel cu un adaos de grafit pentru a-i da o bună conductibilitate electrică, iar ca electrod negativ se foloseşte cadmiul spongios cu un adaos de fier spongios. Deci electrozii pozitivi sînt de nichel, iar cei negativi de fier sau cadmiu. Acumulatoarele au primit denumirea de fero-nichel sau cadmiu-nichel, după metalele folosite. În timpul încărcării, hidroxidul de nichel al electrodului pozitiv se oxidează transformîndu-se într-un hidroxid superior de nichel, iar hidroxidul electrodului negativ se reduce la fier metalic, la acumulatorul Ni-Fe, şi în cadmiu metalic, la acumulatorul Ni-Cd.

La descărcare, reacţia este inversă: electrodul pozitiv se reduce şi electrodul negativ se oxidează, reluînd astfel stările de hidroxid de fier şi respectiv hidroxid de cadmiu.

Electrolitul acumulatoarelor alcaline este format dintr-o soluţie de potasă caustică care în timpul încărcării şi descărcării nu-şi schimbă concentraţia prea mult. Aceasta se datoreşte faptului că în timp ce la un electrod se măreşte concentraţia, la celălalt scade.

La noi în ţară nu se fabrică acumulatoare alcaline.

b. *Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor alcaline*

La acumulatoarele alcaline folosite pentru alimentarea aparaturii radio de putere mică, caracteristicile electrice sînt aceleaşi ca şi la acumulatoarele acide.

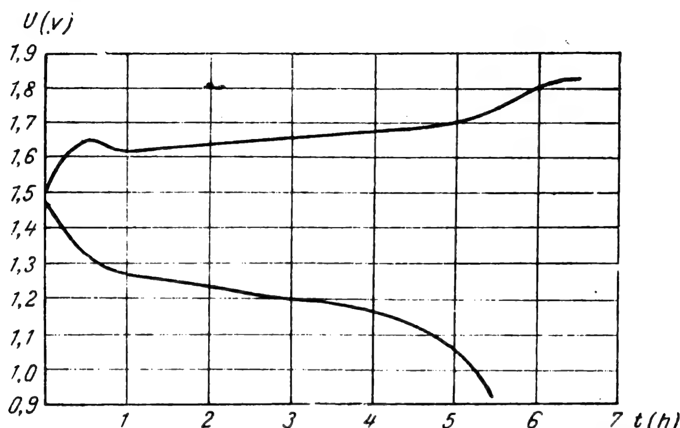



Fig. 1.11. Curbele de încărcare şi descărcare ale acumulatorului alcalin.

*Curbele de încărcare şi descărcare.* La încărcare, tensiunea creşte repede la 1,60—1,67 V, apoi scade puţin datorită creşterii temperaturii şi a schimbării rezistenţei interioare, apoi încărcarea are loc cu o creştere mică a tensiunii. La sfîrşitul încărcării, tensiunea ajunge la 1,8—1,85 V (fig. 1.11).

Din curba de descărcare se vede că f.e.m. la începutul descărcării este de 1,48 V şi scade rapid pînă la 1,32—1,36 V. Descărcarea, în practică, se poate face pînă la 1—1,1 V.

La acumulatorul cadmiu-nichel, curba de descărcare este mult mai lină.

*Rezistenţa interioară.* La acumulatoarele alcaline, rezistenţa interioară este de 0,003 Ω, deci mai mare decît a acumulatoarelor cu plumb (0,0016 Ω). La sfîrşitul descărcării, rezistenţa internă creşte pînă la 0,0075 Ω. Rezistenţa scade cu mărirea temperaturii.

*Capacitatea acumulatoarelor alcaline.* Capacitatea acumulatorului depinde de masa activă; de aceea, la curba de descărcare se observă o scădere rapidă, deoarece se epuizează masa activă.

Capacitatea depinde de regimul de descărcare, de calitatea electrolitului şi de temperatura mediului înconjurător.

Spre deosebire de acumulatoarele cu plumb, acumulatoarele alcaline păstrează acelaşi aspect al curbei de descărcare atît la intensităţi mari de curent, cît şi la intensităţi mici. La coborîrea temperaturii, capacitatea acumulatoarelor alcaline scade, deoarece fierul devine pasiv şi rezistenţa interioară creşte. La temperaturi joase, se recomandă să se lucreze cu curenţi mari, deoarece căldura produsă prin descărcare ridică temperatura de funcţionare.

*Randamentul.* Randamentul acumulatorului alcalin este cuprins între 70 şi 80% (în Ah), iar în energie între 50 şi 60% (în Wh). La acumulatoarele Cd-Ni, randamentul este mai mare.

*Durata de serviciu.* Acumulatoarele Cd-Ni pot fi exploatate minimum 500 de cicluri de încărcare-descărcare, iar cele Fe-Ni 1 000 cicluri, fără a pierde 20% din capacitate.

*Autodescărcarea.* Cea mai mare descărcare a acestor acumulatoare se produce în primele 24—80 ore după încărcare, datorită descompunerii bioxidului de nichel şi a proceselor de autooxidare a fierului. În această privinţă, acumulatoarele Cd-Ni sînt mai avantajoase.

### c. *Formarea, încărcarea şi controlul acumulatoarelor alcaline*

*Formarea şi încărcarea acumulatoarelor alcaline* se fac astfel: se introduce electrolitul în vas, apoi se realizează prima încărcare la un curent egal cu 0,6 din curentul normal de descărcare la 8 ore (sau 0,075 din capacitatea nominală a bateriei de acumulatoare la 8 ore).

De exemplu acumulatorul NKN-100 poate fi încărcat cu 7,5 A, căci $0,075 \times 100 = 7,5$ A.

Încărcarea se face 18—20 ore, pînă ce acumulatorul este complet încărcat. În tot timpul încărcării trebuie să se observe densitatea electrolitului, temperatura, tensiunea la începutul şi sfîrşitul încărcării şi intensitatea curentului de încărcare.

La sfîrşitul încărcării, tensiunea pe element atinge 1,80 V. Temperatura electrolitului în timpul încărcării nu trebuie să întreacă 30—40°C. Dacă temperatura ajunge +40°C, încărcarea se întrerupe, acumulatorul se răceşte şi apoi se reia încărcarea (la +30°C).

După prima încărcare, acumulatorul se descarcă cu același curent cu care s-a încărcat pînă ce tensiunea acumulatorului atinge valoarea de 1 V. Acumulatorul fiind încărcat se poate introduce în sarcină după 2—3 ore de la prima încărcare.

Ca și în timpul încărcării, la descărcare trebuie să se măsoare densitatea electrolitului (la începutul și sfîrșitul descărcării), tensiunile în gol și sarcină; cînd tensiunea se apropie de 1 V, măsurările trebuie să se facă mai des, pentru ca descărcarea să fie oprită la 1 V pe element. După descărcare, acumulatorul se încarcă pînă ce tensiunea atinge 1,80—1,85 V pe element.

După cel de-al doilea ciclu, acumulatorul se poate da în exploatare normală.

*Controlul acumulatoarelor alcaline.* După un an de exploatare, acumulatorul alcalin trebuie controlat. Controlul se face prin două cicluri de încărcare-descărcare. Prima încărcare se face într-un timp mai mare cu 2 ore decît la încărcarea normală. Descărcarea și ciclul următor se fac ca și în exploatarea normală. În timpul controlului se verifică toți parametrii care au fost menționați la încărcarea și descărcarea normală, în plus se verifică capacitatea cînd acumulatorul este încărcat și apoi descărcat. Dacă se constată că acumulatorul are un randament mai scăzut cu 20% față de randamentul acumulatorului nou, atunci acumulatorul nu se mai poate folosi, el trebuind regenerat.

Capacitatea acumulatorului poate să scadă și datorită acumulării carbonatului de potasiu în electrolit; în acest caz, acumulatorul se poate regenera prin înlocuirea electrolitului. Regenerarea acumulatoarelor alcaline se poate face și prin fierbere și spălarea elementelor, în care timp, substanța activă devine spongioasă iar depunerile pe plăci sînt înlăturate.

*Păstrarea acumulatoarelor alcaline.* Acumulatorul format cu electrolit poate fi păstrat pînă la 12 luni. La durate mai mari de păstrare, acumulatorul se ține fără electrolit, în încăperi uscate și la o temperatură de maximum 25°. Nu se pot păstra acumulatoarele alcaline la un loc cu cele cu plumb.

### d. *Avantajele şi dezavantajele acumulatoarelor alcaline faţă de cele acide*

Acumulatorul alcalin prezintă următoarele avantaje faţă de acumulatorul cu plăci de plumb:

— este mai robust, deci are o rezistenţă mecanică mai mare;

— substanţa activă nu formează reziduuri la fundul vasului şi deci nu apar scurtcircuite datorită acesteia;

— nu se sulfatează şi nu emană gaze care ar putea ataca aparatele aflate în apropiere;

— întreţinerea este foarte uşoară, iar durata de funcţionare este mare.

Dezavantajele pe care le prezintă acumulatorul alcalin sînt următoarele:

— preţul de cost este de 2—5 ori mai mare (la capacitate egală) decît al acumulatorului cu plumb; acest neajuns este compensat de durata mai mare a acestuia;

— la greutate egală, spaţiul ocupat de acumulatoarele alcaline este mai mare;

— randamentul acestui tip de acumulator este mai mic;

— starea de descărcare a acumulatorului se poate cunoaşte mai greu.

CAPITOLUL 2

# ALIMENTAREA INSTALAȚIILOR RADIO DE LA REȚEAUA DE CURENT ALTERNATIV

## 1. Generalități

În majoritatea cazurilor, aparatele radio sînt alimentate în curent continuu. Astfel, tuburile electronice ale radioreceptoarelor folosesc energia sub formă de curent continuu în proporție de 90—95%, iar emițătoarele în proporție de 75—80% (anozii, ecranele, filamentele, negativările).

De cele mai multe ori, sursa principală de energie este însă în curent alternativ, așa cum sînt rețelele electrice din orașele țării noastre. Transformarea curentului alternativ în curent continuu se face cu ajutorul *redresorului*.

Rețelele de curent alternativ existente în țara noastră au tensiunile de 120, 220, 380 și 500 V, la o frecvență de 50 Hz.

Cele mai convenabile dispozitive de transformare a curentului alternativ în curent continuu sînt redresoarele electrice. Acestea pot fi folosite pentru încărcarea acumulatoarelor (redresoare separate), sau pentru alimentarea magnetofoanelor, aparatelor radio (radioreceptoare, amplificatoare de picup, sau chiar radioemițătoare); în acest ultim caz redresoarele intră în compunerea aparatului respectiv.

Schema-bloc a unui redresor se prezintă în fig. 2.1.

Transformatorul este piesa care face ca tensiunea de curent continuu să aibă valoarea dorită față de o valoare dată a rețelei; el separă circuitele de curent alternativ de cele de curent continuu.

Elementul redresor poate fi un tub electronic (diodă) sau diode semiconductoare. Acest element are rolul de a redresa, adică de a transforma tensiunea de curent alterna-

tiv în tensiune care are pulsuri într-un singur sens (tăind pulsurile negative, de exemplu).

Tensiunea rezultantă este sub formă de pulsuri. Pentru a netezi, a filtra aceste pulsuri, se folosesc filtrele.

În afară de părțile descrise, la un redresor se mai folosesc uneori și o serie de circuite ajutătoare, cum sînt:

— circuite pentru stabilizarea tensiunii;

— elemente de reglare a parametrilor tensiunii;

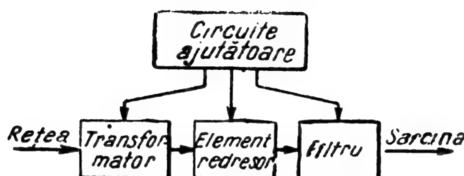



Fig. 2.1. Schema-bloc a redresorului.

— dispozitive de conectare și deconectare a redresorului;

— aparate de control și măsură a tensiunilor.

## 2. Dispozitive redresoare și funcționarea lor

Redresoarele pot fi construite pentru redresarea unei singure alternanțe, pentru ambele alternanțe sau în schemă de multiplicare a tensiunii. Alegerea montajului de redresare pentru aparatele radio se face ținînd seamă de dimensiunile minime, de randament și filtrajul bun la ieșirea redresorului. Pentru aparatele radio se folosesc redresoare monofazate, iar filtrele de netezire încep cu un condensator, deci sarcina redresorului are un caracter capacitiv.

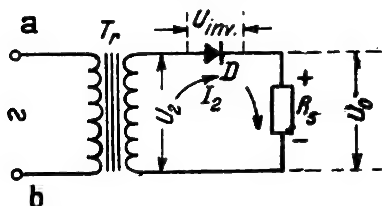



Fig. 2.2. Schema unui redresor cu diodă semiconductoare.

Redresarea se poate face cu unul sau mai multe elemente de redresare, dintre cele descrise anterior. Cea mai simplă schemă de redresor se prezintă în fig. 2.2.

Redresorul se compune dintr-un transformator *Tr*, un element de redresare (diodă, diodă semiconductoare *D*) și o rezistență de sarcină $R_s$. Acest montaj redresează o singură alternanță, deoarece curentul circulă prin înfășurarea secun-

dară a transformatorului în timpul unei semiperioade. Dacă la intrarea transformatorului se aplică tensiunea rețelei (punctele *a*, *b*), grafic pe caracteristica curent-tensiune a elementului redresor se obțin pulsuri de curent ca în fig. 2.3.

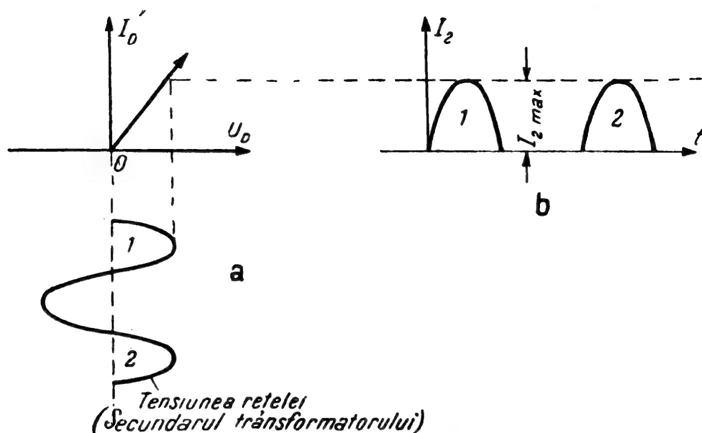



**Fig. 2.3. Fenomenul de redresare explicat prin forma caracteristicii elementului de redresare:**

*a* — caracteristica de curent-tensiune a elementului redresor și tensiunea rețelei; *b* — pulsurile de curent rezultate după redresare.

Elementul redresor conduce doar atunci cînd potențialul ce se aplică pe anodul diodei semiconductoare este pozitiv. Prin sarcină circulă un curent pulsatoriu. Atît diagrama curentului cît și diagrama tensiunii la ieșire este aceeași, deoarece între curent și tensiune nu există nici un defazaj, sarcina fiind rezistivă. Asemenea sarcini pot fi: filamentele unui radioreceptor, circuitele anodice ale unui emițător etc.

Redresorul cu sarcină capacitivă (fig. 2.4) are la ieșire un filtru capacitiv. Funcționarea acestui montaj este urmă-

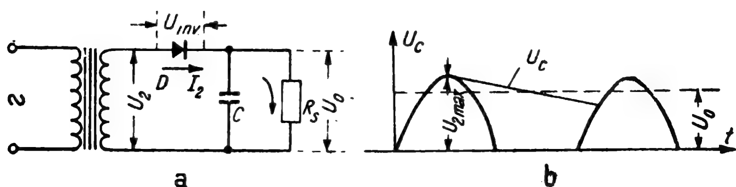



**Fig. 2.4. Redresor cu sarcină capacitivă:**

*a* — schema de principiu; *b* — variația tensiunii redresate.

toarea: cînd se aplică tensiunea de la rețea, dioda redresoare va conduce atunci cînd anodul ei este pozitiv. Condensatorul $C$ se încarcă și tensiunea la bornele lui va crește. Cînd tensiunea pe condensator ajunge la valoarea $U_{2max}$ (fig. 2.4), adică tensiunea maximă din secundarul transformatorului, încărcarea condensatorului încetează. Deoarece la pulsul următor tensiunea la bornele transformatorului începe să scadă, anodul diodei redresoare devine negativ față de catod și deci aceasta nu va conduce. Condensatorul fiind conectat la rezistența de sarcină, se va descărca pe aceasta. Pe măsura descărcării, tensiunea la bornele sale va scădea.

Dacă se ia condensatorul cu o capacitate mare (de ex. 10 μF), atunci descărcarea lui se face lent, astfel încît la începutul perioadei următoare el va mai păstra o tensiune destul de mare (fig. 2.4, *b*). Elementul redresor va începe să conducă doar atunci cînd tensiunea din secundarul transformatorului va fi mai mare decît tensiunea de pe condensator. Procesul se repetă la fiecare puls pozitiv. Din reprezentarea grafică (fig. 2.4, *b*) se vede că folosind capacitatea, crește componenta continuă a tensiunii redresate și în plus se realizează un filtraj, adică se micșorează pulsația acestei tensiuni.

Se pot construi montaje de redresare a ambelor alternanțe, care funcționează la fel ca și la redresarea unei sin-

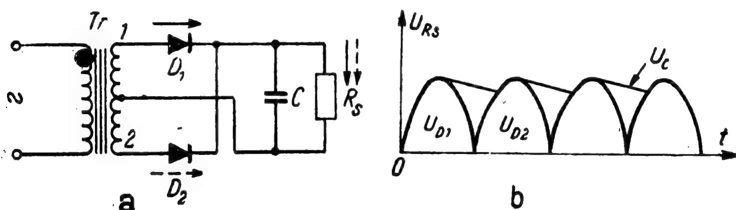



Fig. 2.5. Redresarea ambelor alternanțe:
*a* — schema redresorului; *b* — forma tensiunii redresate.

gure alternanțe, doar că frecvența este dublă. La pulsul pozitiv conduce o diodă, iar la cel negativ se blochează această diodă și conduce cealaltă (fig. 2.5).

În această schemă cele două diode se conectează cu anozii la secundarul transformatorului, iar catozii în paralel la sarcină. Celălalt capăt al sarcinii se leagă la priza mediană a transformatorului.

Se poate considera că acest montaj se compune din două redresoare separate care au o sarcină comună.

Priza mediană din secundarul transformatorului dă posibilitatea obţinerii unor tensiuni sinusoidale şi defazate la 180° pe cele două jumătăţi ale secundarului. Deci tensiunile care se aplică pe diodele redresoare sînt defazate la 180°.

În fiecare jumătate a secundarului transformatorului curentul circulă doar într-o semiperioadă; de aceea, schema este într-un singur timp.

La prima semiperioadă cînd potenţialul punctului *1* (fig. 2.5, *a*) este pozitiv, iar potenţialul punctului *2* este negativ faţă de punctul median, curentul circulă prin dioda $D_1$, iar prin rezistenţa de sarcină $R_s$, în sensul arătat de săgeata cu linie continuă. În acest moment dioda $D_2$ este blocată şi pe ea se aplică tensiunea inversă.

La semiperioada următoare, cînd potenţialul punctului *2* devine pozitiv iar cel al punctului *1* negativ, curentul circulă prin dioda $D_2$ şi sarcina $R_s$ după sensul arătat de săgeţile desenate punctat. În acest moment, dioda $D_1$ este blocată şi pe ea se aplică tensiunea inversă.

Se observă că cei doi curenţi circulă în acelaşi sens prin sarcină, atît la semiperioada pozitivă cît şi la semiperioada negativă a tensiunii de la reţea.

În fig. 2.5, *b* se prezintă forma tensiunii redresate. Pulsurile redresate sînt asemănătoare cu cele obţinute la redresorul pentru o singură alternanţă cu deosebirea că numărul pulsurilor se dublează, deci se dublează frecvenţa lor.

Deoarece în paralel cu rezistenţa de sarcină se conectează un condensator *C* (fig. 2.5, *a*), se micşorează pulsaţiile tensiunii redresate, întrucît condensatorul se încarcă pe timpul cît circulă curent prin sarcină şi se descarcă pe sarcină atunci cînd tensiunea pe aceasta scade. În acest mod se obţine forma $U_C$ (fig. 2.5, *b*) a tensiunii redresate, formă care este apropiată de aceea a tensiunii continue.

Uneori se folosesc redresoare în punte care redresează ambele alternanţe. Deosebirea faţă de montajul cu două elemente redresoare constă în aceea că transformatorul nu are priză mediană, deci este mai uşor de construit.

Deoarece transformatorul este străbătut de un curent alternativ şi în primar şi în secundar, dimensiunile sale sînt mai mici.

Cînd este nevoie de tensiuni mai mari decît cele care se obţin în mod normal în secundarul transformatorului, se

folosesc montaje de redresoare cu dublarea tensiunii. Aceste montaje se folosesc şi atunci cînd transformatorul nu are raportul de transformare dorit şi se cer multiplicări de tensiune.

În fig. 2.6 se prezintă o schemă de dublare a tensiunii, în care se vede că se folosesc două elemente redresoare şi

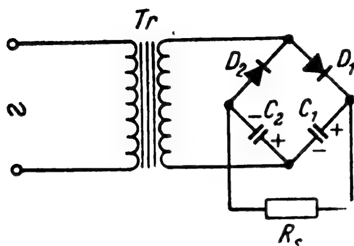


Fig. 2.6. Schema redresorului cu dublarea tensiunii.

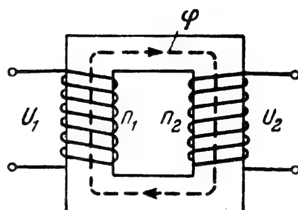


Fig. 2.7. Schema electrică a transformatorului.

două condensatoare $C_1$ şi $C_2$. În timpul unei alternanţe, curentul circulă prin $D_1$ şi încarcă condensatorul $C_1$, iar în cea de-a doua alternanţă încarcă condensatorul $C_2$. După cele două alternanţe, condensatoarele se descarcă pe sarcină, iar tensiunea la ieşire este dublă.

Transformatorul împreună cu elementul de redresare (celula de cuproxid, seleniu, dioda sau cristalul) formează părţile cele mai importante ale unui redresor.

## 3. Transformatorul de reţea

Transformatorul are rolul de a transforma curenţi altermativi de joasă tensiune în curenţi de intensitate mică şi înaltă tensiune şi invers.

Transformatorul este format dintr-un miez de fier (fig. 2.7) care constituie circuitul magnetic şi două înfăşurări: un circuit primar cu $n_1$ spire şi un circuit secundar cu $n_2$ spire.

La un transformator, raportul tensiunilor din înfăşurări este direct proporţional cu raportul numărului de spire. Dacă $U_1$ şi $U_2$ sînt tensiunile din primar şi secundar, iar $n_1$

şi $n_2$ numărul de spire din primar şi secundar atunci există proporţia:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = n,$$

unde $n$ este raportul de transformare.

O dată cu aplicarea unei tensiuni alternative pe înfăşurarea primară, aceasta este parcursă de un curent alternativ $i_1$, care produce un flux magnetic alternativ $\varphi$ (fig. 2.7). Acest flux variabil induce în circuitul secundar o tensiune electromotoare.

Miezul de fier se foloseşte din considerente practice; altfel la frecvenţa de 50 Hz numărul de spire al înfăşurărilor ar fi prea mare şi nu ar putea fi realizat pentru valorile practice ale inductanţelor. Miezul de fier închide liniile de forţă formînd un circuit magnetic. Această proprietate a corpurilor de a uşura trecerea liniilor de forţă se numeşte conductibilitate magnetică sau permeabilitate ($\mu$).

Miezul de fier are dezavantajul că introduce pierderi. Pierderile de energie se datoresc atît curenţilor Foucault cît şi fenomenului de hysterezis. Pentru ca aceste pierderi să fie cît mai mici, miezul de fier trebuie secţionat în tole care sînt izolate între ele. Cînd transformatorul lucrează la plină sarcină, pierderile se pot neglija, încît puterea din circuitul primar este egală cu puterea din secundar.

$$U_1 I_1 = U_2 I_2;$$

deci,

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n}.$$

Deci raportul curenţilor este egal cu inversul raportului de transformare.

Dacă se face raportul între tensiunea măsurată la bornele înfăşurării şi intensitatea curentului, se găseşte rezistenţa aparentă. În cazul transformatorului fără pierderi, raportul rezistenţelor aparente ale celor două înfăşurări este direct proporţional cu raportul pătratelor numărului de spire

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{n_2^2}{n_1^2} = n^2.$$

Relația se mai poate pune și sub forma

$$R_1 = \frac{1}{n^2} R_2.$$

Această formulă arată că la un transformator ideal, sarcina din secundar are același efect ca și cînd s-ar lega în primar o rezistență de valoarea $R_2 \frac{1}{n^2}$.

Transformatoarele care se folosesc în instalațiile radio sînt pentru rețele monofazate, iar puterea lor se limitează la cîteva sute de wați.

Constructiv, miezul este format din tole care sînt de următoarele tipuri: E, U, T și I.

Tolele se confecționează din tablă de fier moale, în special aliaj de fier cu siliciu, care are o permeabilitate magnetică foarte bună.

## 4. Elemente de redresare

### a. *Clasificarea elementelor de redresare*

Prin element de redresare se înțelege dispozitivul care conduce curentul mai bine într-un sens decît în sens invers.

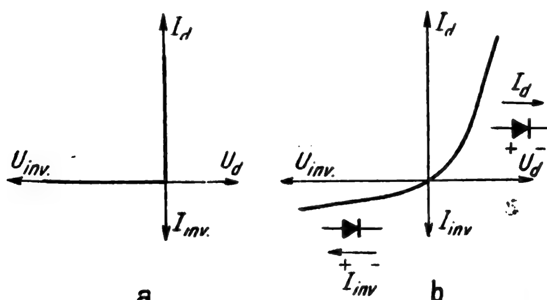



Fig. 2.8. Caracteristicile curent-tensiune la elementele redresoare: *a* — elementul de redresare ideal; *b* — elementul de redresare real.

O clasificare a redresoarelor se poate face în redresoare electrice și mecanice. În cele ce urmează ne vom ocupa de elementele de redresare electrice, care pot fi: cu tuburi electronice cu vid, tuburi electronice cu gaz, semiconductoare.

La instalațiile radiotehnice de puteri mici, cel mai mult se folosesc redresoarele cu tuburi electronice cu vid și semiconductoarele.

Un redresor electric se caracterizează prin curentul pe care-l lasă să treacă în sensul conducției.

În sensul conducției se folosesc termenii: curent direct, tensiune directă și rezistență interioară directă.

Un redresor ideal trebuie să conducă curentul într-un sens — rezistența lui trebuie să fie zero, iar în celălalt sens să nu conducă — rezistența trebuind să fie infinită. În fig. 2.8 se vede curba curent-tensiune a unui astfel de redresor. La elementul de redresare real, rezistența inversă are o valoare finită (fig. 2.8, *b*).

b. *Redresor cu tub electronic*

Tuburile folosite sînt diode. Filamentul tubului fiind încălzit, emite electroni. Anodul fiind la un potențial pozitiv iar catodul negativ, atunci se creează un cîmp electric sub acțiunea căruia electronii se deplasează în direcția anodului. În circuitul exterior apare un curent cu sensul arătat de săgeată (fig. 2.9, *a*).

Cîmpul electric are în acest moment polaritatea normală (+ pe anod). Curentul ce trece prin rezistența de sarcină $R_s$ face să apară o cădere de tensiune. La schimbarea polarității, cîmpul electric se schimbă și apare curentul invers (fig. 2.9, *b*). De aici se deduce funcționarea diodei ca element de redresare. Dioda conduce în momentul în care tensiunea care se aplică pe placă este pozitivă (față de catod). Curentul invers se poate neglija.

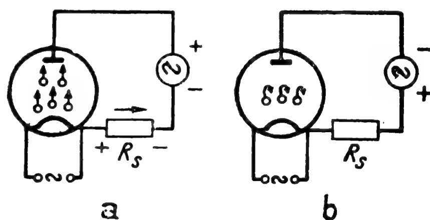


Fig. 2.9. Dioda redresoare:
*a* — curentul direct prin diodă; *b* — curentul invers prin diodă.

Diodele redresoare pot fi cu încălzire directă sau cu încălzire indirectă (tubul are și catod și filament). Diodele cu încălzire directă pot să fie încălzite cu curent continuu sau cu curent alternativ.

Redresoarele pot fi simple diode sau duble diode, pentru redresarea unei singure alternanțe sau a ambelor alternanțe ale rețelei de curent alternativ.

Rezistenţa interioară a redresorului este dată de relaţia

$$R_i = \frac{U_d}{I_d},$$

în care:

$R_i$ este rezistenţa interioară a diodei redresoare;
$U_d$ — tensiunea aplicată diodei;
$I_d$ — curentul prin diodă.

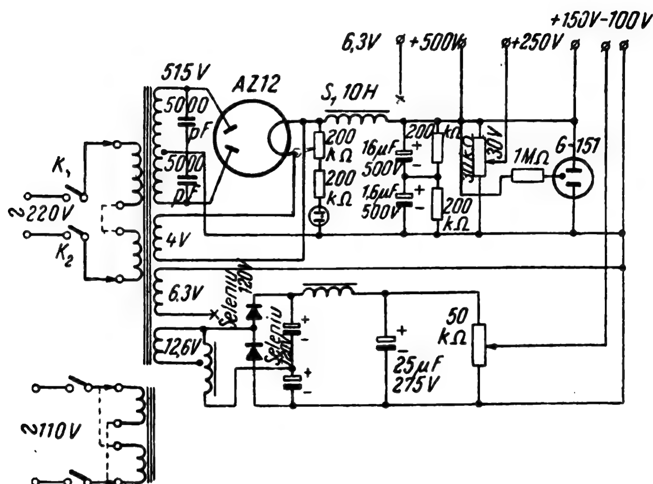



Fig. 2.10. Schema de principiu a unui redresor cu dublă diodă pentru alimentarea unui emiţător de 50 W.

Rezistenţa de sarcină a diodei trebuie să fie mult mai mare decît rezistenţa interioară a tubului.

În fig. 2.10 se prezintă schema de principiu a unui redresor cu dublă diodă cu valori practice ale pieselor, cu ajutorul căreia se poate alimenta un emiţător de o putere de 50 W.

Redresorul dă tensiunile şi curenţii:

| | | |
|---|---|---|
| $E_a = 500$ V | $I_a = 100$ mA | |
| $E_{g2} = 250$ V | $I_{g2} = 100$ mA | (sau $E_a$ şi $I_a$ pentru alte tuburi) |
| $E_{g2} = 150$ V | $I_{g2} = 15$ mA | stabilizate cu tub cu gaz |
| $E_{g1} = -100$ V | $I_{g1} = 5$ mA | |

c. *Redresor cu semiconductoare*

Semiconductoarele au o structură cristalină ca şi metalele cu deosebirea că numărul electronilor este mai mic. În prezent, cristalul de germaniu este cel mai folosit pentru construcţia redresoarelor cu semiconductoare.

Cu toate că cristalul de germaniu conţine un număr mare de electroni, aceştia sînt legaţi fie de nucleul atomului, fie de legăturile covalente (electronii periferici care realizează legăturile de valenţă) şi nu se pot mişca liber în interiorul cristalului chiar dacă există un cîmp electric ce acţionează.

În cristalul de germaniu pot să apară sarcini electrice (electroni şi goluri) prin acţiunea energiilor exterioare (luminoasă, termică, radioactivă etc.), care smulg electronii de valenţă şi-i fac liberi, şi prin adaosuri chimice. Adaosurile care pot crea purtători de sarcini, electroni liberi sau „goluri", sînt elementele pentavalente sau trivalente.

Atomii străini înlocuiesc atomii de germaniu din reţeaua cristalină a acestuia şi, datorită faptului că posedă un număr diferit de electroni de valenţă, creează electroni secundari sau „goluri". Un cristal impurificat cu elemente pentavalente conţine un exces permanent de electroni, iar cristalul se numeşte de tip *n* (negativ). Conductibilitatea unui astfel de cristal se numeşte electronică.

Un cristal de germaniu impurificat cu elemente trivalente are o lipsă de electroni. Acest cristal se numeşte de tip *p* (datorită sarcinilor echivalente pozitive). Această lipsă de electron în legătura covalentă se numeşte „gol". Golul poate fi privit ca o sarcină pozitivă în reţeaua cristalină a germaniului, egală în mărime absolută cu sarcina electronului.

La ambele tipuri de cristale *n* şi *p*, numărul purtătorilor de sarcini depinde de numărul de atomi străini, deci conductibilitatea electrică depinde de densitatea de impurităţi.

Dacă se pun în contact două cristale, unul de tip *n* şi altul de tip *p*, se formează o joncţiune. Joncţiunea *pn* prezintă o caracteristică tensiune-curent similară cu cea a unei diode. Elementul semiconductor construit astfel se poate folosi ca redresor.

Rezistenţa elementului redresor variază cu sensul şi cu valoarea tensiunii care se aplică pe el.

Parametrii elementelor redresoare sînt: densitatea de curent admisibilă în sens direct, tensiunea inversă maximă admisă şi capacitatea electrozilor.

Cele mai folosite elemente redresoare cu semiconductoare sînt: celulele cu cuproxid (elemente cu oxid cupros), celulele cu seleniu şi elemente cu germaniu.

În fig. 2.11 se prezintă un redresor stabilizat cu diode cu germaniu care poate fi folosit pentru alimentarea aparaturii radio cu tuburi electronice care au la filament un curent de 0,3 A.

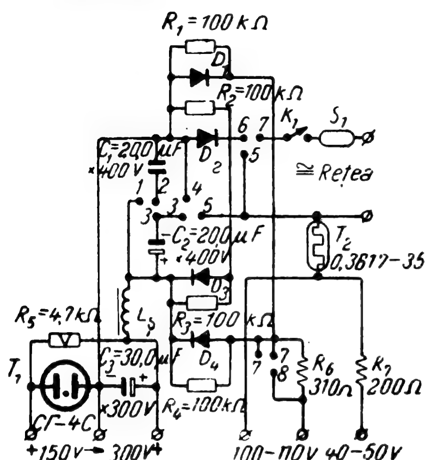


Fig. 2.11. Schema de principiu a unui redresor cu diode semiconductoare fără transformator.

Acest redresor se poate construi foarte uşor, deoarece este fără transformator de rețea.

Pe lîngă tensiunea de filament, de la redresor se mai poate obține tensiunea anodică de 300 V, la un curent de 150 mA.

Pentru alimentarea heterodinei unui radioreceptor, redresorul dă tensiunea de 150 V stabilizată la un curent de 30 mA. Redresorul are ieşiri şi pentru tensiunile de 40—50 V la un curent de 0,3 A, de asemenea stabilizate.

Alimentarea de la rețea se face de la tensiunile de 110, 127 şi 220 V (50 Hz). Atunci cînd se alimentează de la rețeaua de 110 sau 127 V, montajul funcționează ca redresor cu dublarea tensiunii. Condensatoarele $C_1$ şi $C_2$ sînt conectate în serie. La alimentarea de la 220 V, montajul funcționează ca redresor în punte.

Condensatoarele $C_1$ şi $C_2$ sînt conectate în paralel.

Bobina de şoc $L_ş$ are 2 100 spire din conductor de diametru 0,23 mm bobinate pe miez de 24 mm grosime. Valoarea inductanței este de 5 H.

În locul unei singure diode semiconductoare este bine să se conecteze două diode semiconductoare de tipul ДГ-Ц 27 sau ДГ-Ц 24, şuntîndu-le pe fiecare cu cîte o rezistență de 100 kΩ. Aceasta va mări siguranța redresorului, iar în cazul folosirii diodelor ДГ-Ц 24 se va obține un curent mai mare.

Comutarea pentru diferite tensiuni ale reţelei se obţine cu ajutorul unui suport (culotă) de tub electronic cu 10 picioruşe.

Legăturile în cele trei poziţii se fac ca în fig. 2.12.

Redresorul se montează pe un şasiu de duraluminiu de dimensiunile 100 × 150 × 40 mm.

Deasupra şasiului se montează baretorul, stabilizatorul, bobina de şoc şi condensatoarele electrolitice. Restul pieselor se montează sub şasiu.

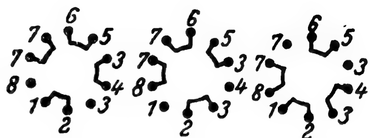


Fig. 2.12. Schemele conectării redresorului cu diode semiconductoare la reţea.

Dimensiunile exterioare ale redresorului sînt: 100 × × 150 × 140 mm, iar greutatea este de aproximativ 1 kg.

Acest redresor se poate folosi pentru alimentarea radioreceptoarelor şi a amplificatoarelor de joasă frecvenţă.

*Redresor cu cuproxid.* Celula redresoare cu cuproxid este o diodă redresoare care este compusă dintr-o şaibă şi un disc sau o placă de cupru care este acoperită pe o faţă (prin prelucrare termică) cu un strat de protoxid de cupru. Între protoxidul de cupru care este sub formă de peliculă de 0,1 mm şi cupru se formează o zonă de contact. Protoxidul de cupru este semiconductor de tip *p*, iar cuprul, de tip *n*. Deci discul de cupru formează catodul diodei, iar cuproxidul formează anodul diodei. Pelicula de protoxid de cupru (cuproxid) se protejează cu argint coloidal sau cositor pulverizat. Discurile se asamblează apoi prin presare cu tije izolate. Pentru răcire se prevăd aripioare de la care se iau şi contactele electrice.

Celula de cuproxid secţionată, precum şi celula asamblată se văd în fig. 2.13, *a* şi *b*.

Vom prezenta cîteva proprietăţi electrice ale elementelor de cuproxid. În fig. 2.14 se dă o familie de caracteristici statice curent-tensiune pentru elementele de cuproxid. Aceste caracteristici permit aprecierea proprietăţilor electrice ale elementelor redresoare. După cum se poate observa, curbele depind de temperatură. O dată cu creşterea temperaturii de la 17°C la 52°C scade rezistenţa directă şi inversă a elementului, ceea ce duce la o creştere rapidă a curentului direct şi invers. De aici se deduce că elementele

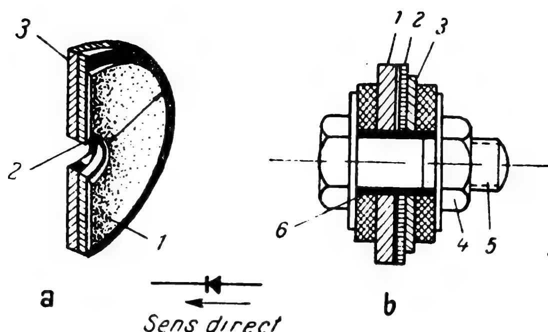



**Fig. 2.13. Construcţia elementului redresor cu cuproxid:**
*a* — secţiune prin element:
*1* — cositor pulverizat; *2* — peroxid de cupru (cuproxid); *3* — cupru;
*b* — elementul redresor montat în piese de prindere:
*1* — cupru; *2* — peroxid de cupru (cuproxid); *3* — şaibă; *4* — piuliţă de strîngere; *5* — şurub; *6* — cilindru izolat.

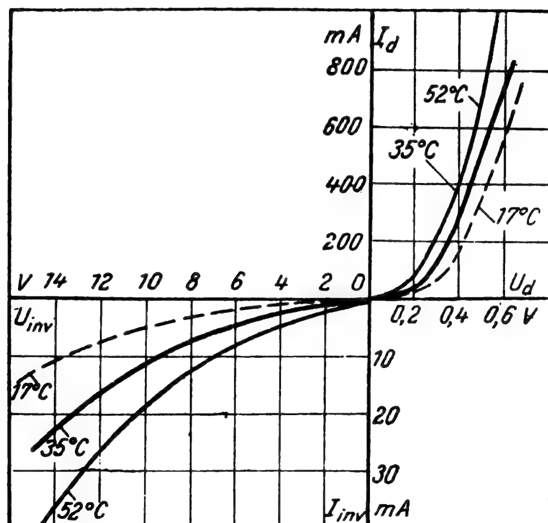



**Fig. 2.14. Familia de caracteristici curent-tensiune a elementelor cu cuproxid.**

redresoare cu cuproxid se pot exploata în limitele de temperatură ale mediului cuprinse între + 50°C şi —30°C. Din curbe reiese şi tensiunea maximă inversă, care nu poate întrece 8—12 V. Densitatea de curent admisă este cuprinsă între 40—50 mA/cm². La densitatea de 50 mA/cm² cores-

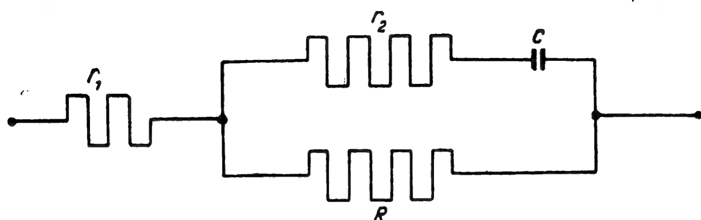



Fig. 2.15. Schema echivalentă a unui element redresor cu cuproxid: $r_1$ — rezistenţa între cei doi electrozi; $r_2$ — rezistenţa de pierderi a capacităţii; $C$ — capacitatea electrozilor; $R$ — rezistenţa în curent continuu, funcţie de tensiunea aplicată.

punde o cădere de tensiune directă de 0,6 V. Unei tensiuni inverse de 10 V îi corespunde un curent de 10 mA.

Din cauza stratului de cuproxid, în schema echivalentă a elementului de cuproxid intervine o capacitate $C$ care la frecvenţe mai mari şuntează rezistenţa elementului. Schema electrică echivalentă a elementului cu cuproxid este dată în fig. 2.15.

Capacitatea elementului de cuproxid este de ordinul 0,01 μF/cm² şi cînd redresorul lucrează la 50 Hz efectul capacităţii este neînsemnat.

Celulele sînt străpunse de o tensiune de 20—70 V — dar trebuie să se ia un coeficient de siguranţă mai ales atunci cînd se leagă mai multe elemente în serie. În decursul exploatării s-a constatat că celulele îmbătrînesc; o dată cu trecerea timpului creşte rezistenţa în sensul direct. De obicei, se procedează la o stabilizare a parametrilor elementelor printr-o îmbătrînire artificială, prin încălzire la temperaturi de la 60 pînă la 70°C, timp îndelungat.

În practică se folosesc coloane asamblate de cuproxid cu diode sub formă de discuri.

În fig. 2.16 se reprezintă schema unui redresor cu celule de cuproxid.

Schema este cu dublarea tensiunii. Transformatorul *Tr* are o secţiune a tolelor de 6,5 cm². Înfăşurarea de reţea *I* pentru conectarea la tensiunea de 127 V are 880 spire cu

conductor cu diametrul de 0,3 mm. Pentru conectarea la rețeaua de 220 V se adaugă un număr de 770 spire din conductor cu diametrul de 0,2—0,25 mm. Înfășurarea *II* pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice are 50 spire din conductor cu diametrul de 0,8—1mm.

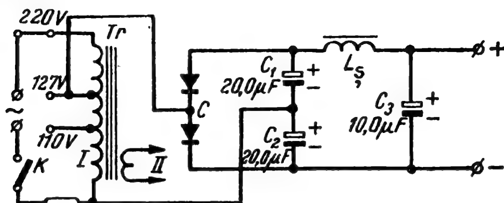



Fig. 2.16. Schema unui redresor cu celule de cuproxid.

Coloana de celule cu cuproxid *C* are 11—12 discuri cu diametrul de 18 mm.

Bobina de șoc $L_ș$ are miezul turnat din tole de tip E-16 sau E-19 cu o secțiune a miezului de 3—3,5 cm².

Înfășurarea bobinei conține 3 500 spire de conductor cu diametrul de 0,15 mm. Întrefierul este de 0,3—0,5 mm și se obține punînd hîrtie între tolele de tip E și cele de tip I.

Acest redresor dă tensiunile necesare unui radioreceptor și anume 6,3 V pentru filamente și 180—250 V pentru anozi. Curentul la filamente poate ajunge pînă la 1 A.

*Redresor cu seleniu.* În ultimul timp, celulele cu seleniu se folosesc tot mai mult datorită parametrilor lor care sînt superiori celor cu cuproxid.

Celulele cu seleniu sînt confecționate din seleniu cristalin depus prin sublimare în vid pe o placă de oțel moale nichelat sau pe o placă de aluminiu sablat. După sablare, plăcile de aluminiu se acoperă cu un strat de bismut. Seleniul depus cristalizează prin încălzire aproape de punctul de fuziune (215°C); stratul de cristal nu depășește 0,1 mm. Peste seleniu se depune un aliaj catodic (cositor sau plumb). Stratul de seleniu formează anodul și cositorul formează catodul. Sensul de circulație al curentului este de la placa de bază la seleniu. În fig. 2.17 se prezintă construcția celulei de seleniu.

Elementele de seleniu se aranjează pe suporți formînd coloane. Elementele de dimensiuni mari se construiesc de formă pătrată sau de disc. Cele de dimensiuni mai mici au mărimea unor pastile și se introduc în tuburi izolante.

Caracteristicile curent-tensiune sînt asemănătoare cu cele ale celulelor de cuproxid (fig. 2.18).

Panta caracteristică depinde de temperatura mediului

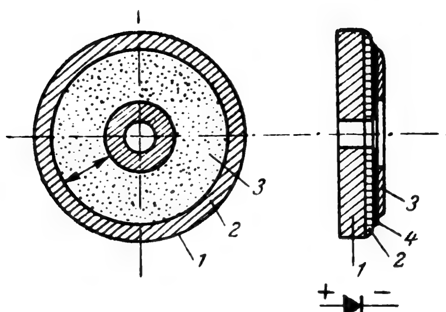



Fig. 2.17. Construcția celulei de seleniu:
1 — disc de aluminiu; 2 — stratul de seleniu; 3 — stratul catodic (suprafața activă); 4 — stratul de contact.

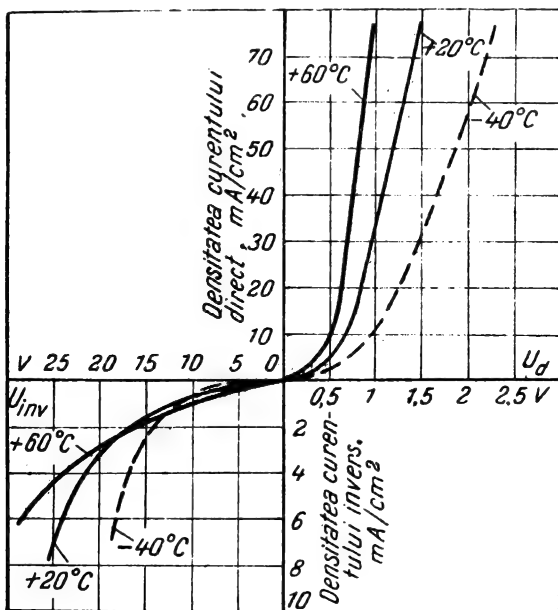



Fig. 2.18. Caracteristicile curent-tensiune la celulele cu seleniu.

înconjurător. Densitatea de curent admisă de un element este mai mică decît pentru celulele cu cuproxid, putîndu-se

lua de 50 mA/cm³. Curentul invers este mai mare, putînd să ajungă 4 mA/cm².

Limitele de temperatură între care se folosesc celulele cu seleniu sînt între + 60°C şi — 40°C, deci limite mai mari decît la celulele cu cuproxid. Rezistenţa inversă creşte cu temperatura, spre deosebire de celulele cu cuproxid.

Tensiunile inverse suportate sînt mai mari decît la cuproxid: $U_{inv} = 25$ V. Tensiunea de străpungere este de 50—80 V.

Capacitatea elementelor este comparabilă cu cea a elementelor cu cuproxid; aceasta însă variază cu tensiunea aplicată, scăzînd cu creşterea tensiunii.

Celulele de seleniu se leagă în coloane. Atunci cînd legarea se face în serie trebuie să se considere tensiunile inverse care determină străpungerea elementelor, iar la legarea în paralel interesează rezistenţele directe care fac ca cele două celule să se încarce în mod corespunzător.

Modul de conectare a celulelor de seleniu (şi cuproxid) se arată în fig. 2.19. În această figură, modurile de conectare *3* şi *4* sînt în punte. Modurile de conectare *1*, *2*, *3* se văd în schemele *1*, *2*, *3* (fig. 2.20).

În comparaţie cu celulele de cuproxid, cele cu seleniu se folosesc mai des pentru că suportă o tensiune inversă mai mare. Celulele cu cuproxid au însă un randament mai bun. Celulele de seleniu sînt mai stabile în timp şi lucrează în limite mai mari de temperatură. Celulele cu cuproxid se folosesc în construcţia aparatelor de măsurat pentru că au rezistenţa directă mică în zona tensiunilor mici ale caracteristicii curent-tensiune. Celulele cu seleniu se folosesc în redresoarele pentru încărcat acumulatoare, în redresoarele de laborator şi în redresoarele radioreceptoarelor.

O celulă de seleniu poate redresa o tensiune maximă de 10 V.

Dacă tensiunea pe care trebuie s-o redresăm întrece această valoare, se conectează în serie mai multe celule sub formă de coloane. Numărul de celule necesare se poate determina cu formula

$$n = \frac{U}{10},$$

în care: $n$ este numărul de celule necesar,
$U$ — valoarea tensiunii ce urmează a fi redresată.

De exemplu pentru rețeaua de 120 V sînt necesare 12 celule.

Mărimea curentului redresat depinde de diametrul discului sau pastilei de seleniu și este cu atît mai mare cu cît este mai mare și diametrul.

*Redresor cu germaniu.* Elementele de redresare de acest tip sînt construite dintr-un cristal de germaniu de tipul *n*

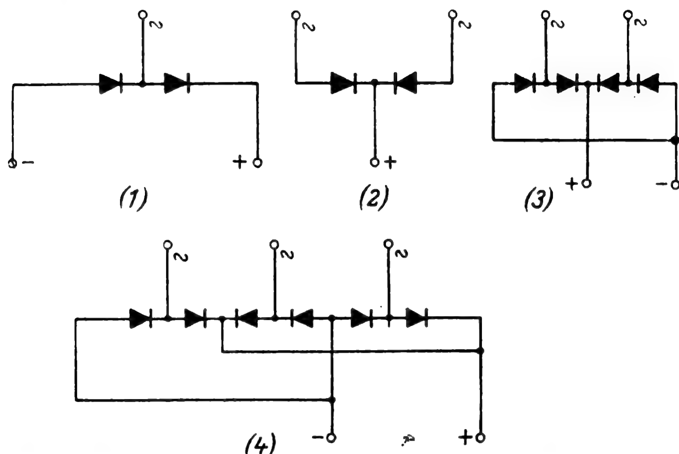



Fig. 2.19. Modul de conectare a celulelor redresoare:
1 — conectarea celulelor pentru redresarea cu dublarea tensiunii; 2 — conectarea celulelor pentru redresarea ambelor alternanțe; 3 — conectarea celulelor în punte.

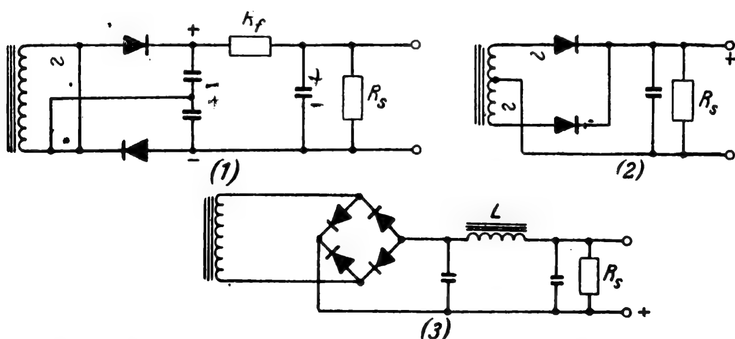



Fig. 2.20. Scheme de redresoare cu celule de seleniu:
1 — montaj pentru redresare cu dublarea tensiunii redresate, cu filtru format din rezistență ($R_f$); 2 — montaj pentru redresarea ambelor alternanțe; 3 — montaj redresor în punte cu filtru inductiv ($L$).

pe care apasă un vîrf de ac ascuţit (realizat sub forma unui arc de wolfram). Suprafaţa de contact între arc şi cristal realizează redresarea. Anodul cristalului este vîrful arcului, iar catodul cristalului este germaniul. Deoarece suprafaţa de contact este foarte mică (de ordinul micronilor pătraţi), calea galvanică de curent nu se închide.

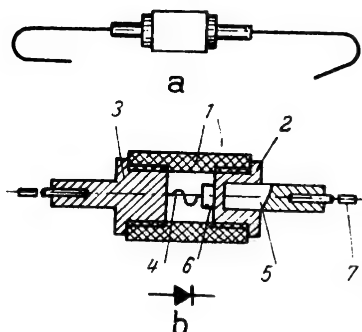



Fig. 2.21. Construcţia diodei semiconductoare:
*a* — vedere exterioară; *b* — secţiune prin diodă semiconductoare; *1* — cilindru de ceramică; *2*, *3* — flanşe metalice; *4* — arc de wolfram cu vîrf ascuţit; *5* — suportul cristalului; *6* — cristalul de germaniu; *7* — conductor metalic.

Vederea şi secţiunea printr-o astfel de diodă cu contact punctiform se vede în fig. 2.21, *a* şi *b*.

Diodele cu contact punctiform admit trecerea unui curent de maximum 25 mA. Pentru curenţi mai mari se construiesc diode cu joncţiune la care cristalul de germaniu este de tipul *n*·la capul căruia se lipeşte o picătură de indiu. Indiul, pătrunzînd în germaniu, formează o zonă de semiconductor de tip *p* — acesta este anodul diodei, catodul fiind cristalul. În ultimul timp s-au construit diode cu joncţiune care admit trecerea curenţilor de ordinul zecilor şi chiar sutelor de amperi.

Ca redresoare, în radioreceptoare şi în receptoarele de televiziune, se folosesc diodele cu germaniu cu joncţiune.

Caracteristicile curent-tensiune a unei astfel de diode sînt date în fig. 2.22.

Din aceste caracteristici reiese că tensiunea inversă este de cîteva sute de volţi. Densitatea de curent este de ordinul a 30 A/cm$^2$. Din caracteristici se mai observă că funcţionarea diodei cu germaniu este mult influenţată de temperatură. Spre deosebire de elementele cu cuproxid şi seleniu, dioda cu germaniu este bine ermetizată şi deci poate lucra în medii umede fără ca funcţionarea să sufere. Randamentul diodei cu germaniu este de 90—95%. Aceste elemente redresoare se pot conecta în serie sau în paralel. Temperaturile limită la care pot funcţiona diodele moderne sînt cuprinse între —65°C şi +150°C.

Un avantaj net al acestor redresoare față de cele cu cuproxid și cu seleniu este acela că ele au un volum mic, permițînd construcții de gabarit mic.

Aceste redresoare se folosesc în instalațiile radiotehnice de putere mică (la un curent de ordinul zecilor de amperi și la tensiuni de la cîțiva volți pînă la sute de volți).

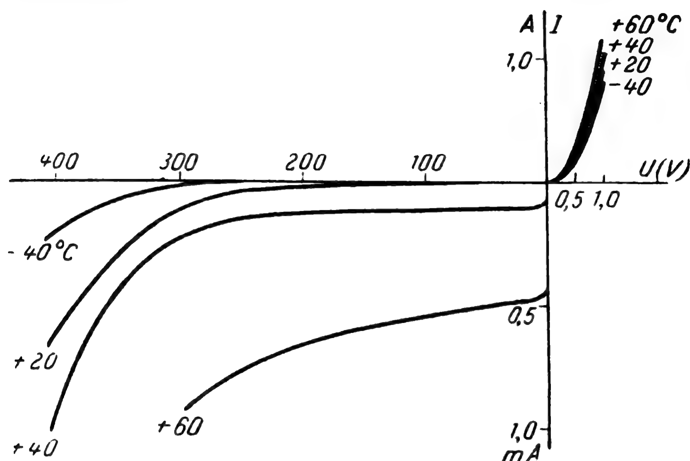



Fig. 2.22. Caracteristicile curent-tensiune la o diodă cu germaniu.

În comparație cu celelalte elemente de redresare, diodele cu germaniu mai au următoarele avantaje: robustețe mecanică, durată mare de funcționare, simplitate în exploatare și pierderi mici de putere.

## 5. Calculul redresorului

Dacă tehnicianul radio (radioamatorul) se decide să alimenteze emițătorul, aparatul de radiorecepție sau amplificatorul de la rețeaua de curent alternativ, atunci trebuie să-și aleagă o schemă de redresor adecvată.

Schemele de redresare a unei singure alternanțe se recomandă pentru puteri mici, cel mult 10 W, pe cînd schemele de redresare a ambelor alternanțe se indică în toate cazurile. Deoarece pulsațiile tensiunii redresate sînt mult mai mici în cazul redresării ambelor alternanțe, această redresare se preferă. Alegerea uneia din scheme se va face după cerințele

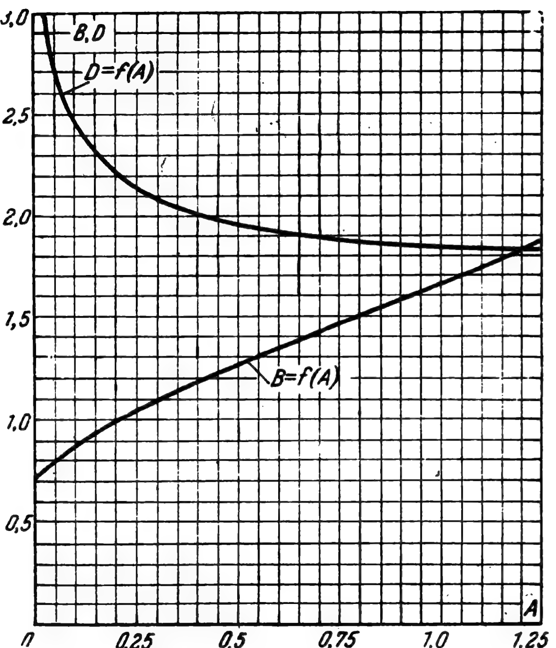



Fig. 2.23. Curbele parametrilor *B* şi *D* funcţie de *A*.

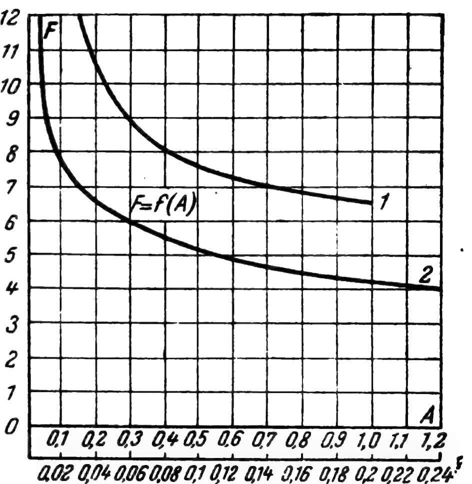



**Fig. 2.24.** Curba variaţiei parametrului *F* funcţie de *A*:

*1* — redresarea unei singure alternanţe; *2* — redresarea ambelor alternanţe.

aparatului ce se alimentează (amplificator cu tranzistoare, radioreceptor cu tuburi electronice sau televizor) şi mai ales după piesele avute la dispoziţie.

Pentru calculul redresorului se dă o tabelă cu formulele necesare pentru redresorul cu sarcină capacitivă, acesta

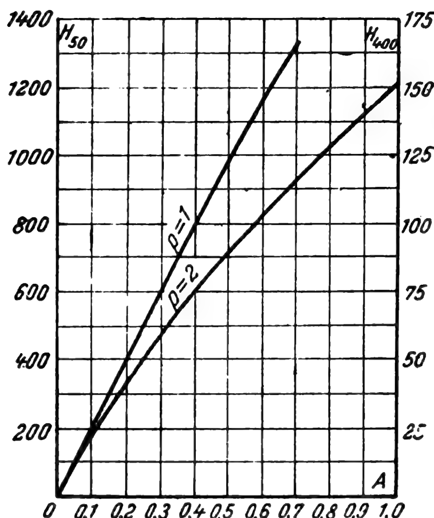



Fig. 2.25. Curbele de variaţie ale parametrului *H* funcţie de *A* pentru frecvenţele reţelelor de 50 şi 400 Hz.

fiind cel mai des folosit. După ce se alege schema (care se află pe coloanele tabelei 2.1) se alege tubul electronic sau grupul de seleniu.

Pentru determinarea parametrilor trebuie să se cunoască valoarea lui *A*:

$$A = \frac{I_0 \pi \cdot r}{p U_0},$$

unde $I_0$ este componenta continuă a curentului redresat (A);
$U_0$ — componenta continuă a tensiunii redresate (V);
$\pi$ = 3,14;
$r = R_i + R_{tr}$, în care $R_i$ este rezistenţa interioară a elementului redresor (Ω), iar $R_{tr}$ este rezistenţa totală (sumă) a înfăşurărilor transformatorului (Ω);
$p$ — numărul impulsurilor de curent redresate.

*Tabela 2.1*

**Relațiile de calcul al unui redresor cu sarcină capacitivă**

| Denumirea parametrilor | | Schema de redresoare | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Pentru o singură alternanță | Pentru dublă alternanță | În punte | Cu dublare |
| Transformatorul | Tensiunea în secundarul transformatorului $U_2$ | $BU_0$ | $BU_0$ | $BU_0$ | $0{,}5\ BU_0$ |
| | Curentul în circuitul secundarului $I_2$ | $DI_0$ | $0{,}5DI_0$ | $0{,}707DI_0$ | $1{,}41DI_0$ |
| | Curentul din primarul transformatorului $I_1$ | $\frac{I_0}{k}\sqrt{D^2-1}$ | $0{,}707D\frac{I_0}{k}$ | $0{,}707D\frac{I_0}{k}$ | $1{,}41\ D\frac{I_0}{k}$ |
| | Puterea solicitată din transformator $P_{Tr}$ | $0{,}5B(D+\sqrt{D^2-1})U_0I_0$ | $0{,}85\ BDU_0I_0$ | $0{,}707\ BDU_0I_0$ | $0{,}707\ BDU_0I_0$ |
| Elementul redresor | Tensiunea inversă pe elementul de redresare $U_{inv}$ | $2{,}82\ BU_0$ | $2{,}82BU_0$ | $1{,}41\ BU_0$ | $1{,}41\ BU_0$ |
| | Valoarea medie a curentului prin dioda redresoare $I_{0D}$ | $I_0$ | $0{,}5\ I_0$ | $0{,}5\ I_0$ | $I_0$ |
| | Valoarea efectivă a curentului elementului de redresare $I_D$ | $DI_0$ | $0{,}5DI_0$ | $0{,}5\ DI_0$ | $DI_0$ |
| | Curentul maxim (amplitudinea) prin redresor $I_{max}$ | $FI_0$ | $0{,}5\ FI_0$ | $0{,}5\ FI_0$ | $FI_0$ |
| | Numărul de elemente redresoare | 1 | 2 | 4 | 2 |
| Pulsația | Frecvența pulsației $f_0$ | $f_{rețea}$ | $2f_{rețea}$ | $2f_{rețea}$ | $2f_{rețea}$ |
| | Coeficientul de pulsație $K_p$ | $\frac{H}{rC}$ | $\frac{H}{rC}$ | $\frac{H}{rC}$ | $\frac{H}{rC}$ |

Calculul redresorului se face folosind graficele din fig. 2.23, 2.24 și 2.25, în care se dau valorile parametrilor $B$, $D$, $F$ și $H$ funcție de parametrul $A$.

Dacă transformatorul nu are înfăşurări suplimentare valoarea acestei rezistenţe se află cu ajutorul formule

$$R_{tr\,tot} = R_2 + n^2 R_1,$$

în care: $R_2$ este rezistenţa înfăşurării secundare, în $\Omega$;
$R_1$ — rezistenţa înfăşurării primare, în $\Omega$;
$n$ — raportul de transformare.

Dacă redresorul se construieşte cu tub electronic, atunci se poate folosi cu destulă exactitate relaţia

$$R_{tr} = R_i,$$

unde $R_{tr}$ este rezistenţa transformatorului;
$R_i$ — rezistenţa internă a tubului redresor.

Cînd în secundar sînt şi înfăşurări suplimentare pentru alimentarea filamentelor unui radioreceptor şi a tubului redresor, atunci $R_{tr\,tot}$ se calculează cu formula

$$R_{tr\,tot} = \frac{R_{tr}}{P}\left(1 + \frac{P_{tr}}{P_{tr\,tot}}\right),$$

în care: $P_{tr}$ este puterea din secundar (VA);
$P_{tr\,tot}$ — puterea întregului transformator, în care intră şi influenţa înfăşurărilor suplimentare.

**Exemplu de calcul.** Se va calcula un redresor pentru alimentarea unui radioreceptor cu diodă pentru ambele alternanţe la care se dau:

— tensiunea redresată: $U_0 = 400$ V;
— curentul redresat: $I_0 = 300$ mA;
— tensiunea reţelei: $U_{retea} = 220$ V;
— frecvenţa reţelei: $f = 50$ Hz.

*Alegerea tubului redresor.* Pentru a putea alege un tub redresor convenabil trebuie să se cunoască valoarea maximă a curentului din secundar. Acest curent se calculează cu relaţia

$$I_{2\,max} = \frac{I_0}{p} F,$$

unde $I_0$ este curentul redresat,
$p$ — numărul de alternanţe redresate,
$F$ — parametru; tensiunea inversă ($U_{inv} = 2\sqrt{2} B U_0$) şi valoarea medie a curentului prin dioda redresoare ($I_{0D} = 0{,}5\, I_0$; vezi tabela 2.1).

Ca să se determine aceste valori se găsesc parametrii $F$ şi $B$ cu relaţii aproximative. Deci tubul se alege funcţie de mărimea curentului.

Parametrul $F$ are valori cuprinse între 5,5 şi 7,5. Se ia valoarea medie $F = 6{,}5$.

Parametrul $B$ are valori cuprinse între limitele 0,9 şi 1,15; se alege valoarea medie $B = 1,03$.

Rezultă: $I_2 max \approx \frac{0,3}{2} 6,5 = 0,975$ A;

$U_{inv} \approx 2,82 \times 1,03 \times 400 = 1\,160$ V;
$I_{0D} = 0,5 \times 0,3 = 0,15$ A.

Din cataloage se alege tubul care să răspundă acestor cerinţe. Tubul 5Ц8С are:

$I_{2max} = 1,2$ A $> 0,975$ A; $Pd = 30$ W;
$U_{inv} = 1\,700$ V $> 1\,160$ V; $U_f = 5$ V;
$I_{0D} = 0,21$ A $> 0,15$ A; $I_f = 5$ A;
$R_i$ (la o diodă) $= 100\ \Omega$.

Deci, acest tub avînd două diode şi suportînd tensiunile şi curenţii determinaţi satisface pe deplin condiţiile impuse.

*Calculul transformatorului.* Puterea transformatorului se calculează cu formula

$$P_{tr} = 0,85\ U_0 I_0 B D,$$

la care se adaugă puterile înfăşurărilor suplimentare. În cazul studiat există o înfăşurare suplimentară pentru încălzirea filamentului tubului redresor, deci

$$P_{tr\,tot} = P_{tr} + P_f,$$

unde $P_f$ este puterea consumată pentru încălzirea filamentului.

Parametrul $D$ are valori limită între 2,4 şi 2,03; se ia valoarea medie $D = 2,2$.

$P_{tr} = 0,86 \times 400 \times 0,3 \times 1,03 \times 2,2 \approx 230$ VA;
$P_f = U_f I_f = 5 \times 5 = 25$ VA;
$P_{tr\,tot} = 230 + 25 = 255$ VA.

*Calculul rezistenţelor înfăşurărilor transformatorului.* Calculul rezistenţei se face cu formula

$$r = R_i + R_{tr\,tot}.$$

Dacă de exemplu se alege rezistenţa secundarului transformatorului $R_{tr} = 80\ \Omega$, atunci se poate calcula $R_{tr\,tot}$

$$R_{tr\,tot} = \frac{R_{tr}}{2}\left(1 + \frac{P_{tr}}{P_{tr\,tot}}\right) = \frac{80}{2}\left(1 + \frac{230}{255}\right) = 76\ \Omega.$$

Deci,

$$r = 100 + 76 = 176\,\Omega.$$

Deoarece pînă acum s-au ales valorile parametrilor $B, D$, calculul are un caracter orientativ.

Din acest moment se poate trece la calculul exact.

*Determinarea parametrului A.* Determinarea parametrului $A$ se face cu formula

$$A = \frac{I_0 \pi r}{P U_0} = \frac{0{,}3 \times 3{,}14 \times 176}{2 \times 400} = 0{,}208.$$

*Determinarea parametrilor B, D, F și H.* Acești parametri se găsesc în graficele din fig. 2.23, 2.24 și 2.25.

Pentru $A = 0{,}208$ găsim: $B = 1{,}0$; $D = 2{,}2$; $F = 6{,}5$; $H = 350$ (pentru $p = 2$).

*Determinarea parametrilor transformatorului.* Relațiile ce se folosesc sînt cele date în tabela 2.1 (coloana a doua).

Tensiunea în secundar:

$$U_2 = BU_0 = 400 \times 1{,}0 = 400\,\text{V}.$$

Curentul în secundar:

$$I_2 = 0{,}5\,DI_0 = 0{,}5 \times 2{,}2 \times 0{,}3 = 0{,}33\,\text{A}.$$

Curentul din primar:

$$I_1 = 0{,}707\,D\,\frac{I_0}{K} = 0{,}707 \times 2{,}2\,\frac{0{,}3}{0{,}55} = 0{,}85\,\text{A}.$$

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{400} = 0{,}55.$$

Puterea transformatorului

$$P_{tr} = 0{,}85\,U_0 I_0 BD = 0{,}85 \times 400 \times 0{,}3 \times 1{,}0 \times 2{,}2 \approx 220\,\text{VA}.$$

Puterea totală:

$$P_{tr\,tot} = 226 + 25 = 251\,\text{VA}.$$

*Calculul parametrilor elementului de redresare*

Tensiunea inversă:

$$U_{inv} = 2{,}82\,BU_0 = 2{,}82 \times 1{,}0 \times 400 = 1\,130\,\text{V}.$$

Curentul mediu redresat:

$$I_{0D} = 0{,}5\,I_0 = 0{,}15\,\text{A}.$$

Curentul efectiv:

$$I_D = 0{,}5\ DI_0 = 0{,}5 \times 2{,}2 \times 0{,}3 = 0{,}33\ \text{A}.$$

Calculul astfel efectuat dă posibilitatea construirii redresorului. Schema de principiu a acestui redresor este dată

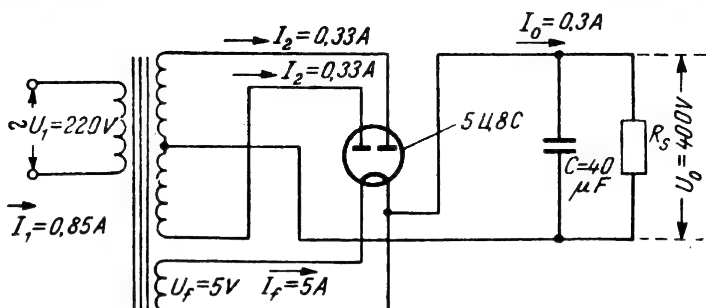



Fig. 2.26. Schema de principiu a redresorului calculat.

în fig. 2.26. Pe această figură s-a trasat sensul curenţilor indicîndu-se şi valorile lor. Pe sarcina redresorului $R_s$ se obţine tensiunea de 400 V redresată.

## 6. Filtre de netezire

Filtrele de netezire se folosesc pentru eliminarea componentelor alternative datorite pulsurilor de curent, care ar cauza zgomote şi perturbaţii de frecvenţe de 50 Hz sau 100 Hz.

Pentru redresorul calculat (fig 2.26) se foloseşte un filtru simplu format dintr-o capacitate $C$ conectată în paralel pe rezistenţa de sarcină.

Valoarea capacităţii acestui condensator se calculează cu formula

$$C = \frac{100\ H}{r \cdot k_p},$$

în care: $C$ este valoarea capacităţii condensatorului, în μF;

$H$ — parametrul care a fost determinat la calculul redresorului;

$r = R_i + R_{tr}$ — suma dintre rezistenţa internă a tubului redresor şi cea a transformatorului;

$k_p$ — coeficientul de neuniformitate a pulsurilor de curent redresate.

De la calculul redresorului se cunosc: $H = 350$ şi $r = 176\ \Omega$.

Coeficientul de neuniformitate, în practică, este cuprins între 5% şi 15%.

Dacă se alege $k_p = 5\%$ şi înlocuind valorile respective în formula capacităţii de filtraj se obţine

$$C = \frac{100\ H}{r \cdot k_p} = \frac{100 \times 350}{176 \times 0{,}05} = 40\ \mu\text{F}.$$

Această valoare a condensatorului asigură o neuniformitate a pulsurilor de 5%.

Pentru un redresor de calitate superioară, filtrul simplu format dintr-o singură capacitate nu este suficient.

Atunci cînd dorim să obţinem un coeficient de neuniformitate mai mic, se introduc între capacitatea $C$ calculată (40 μF) şi sarcină filtre mai complexe. Cîteva tipuri de astfel de filtre se prezintă în fig. 2.27.

Filtrele sînt formate din bobine de inductanţă şi condensatoare (fig. 2.27, *a*, *b*), iar uneori inductanţele (bobinele de şoc) se pot înlocui cu rezistenţe (fig. 2.27, *c* şi *d*).

Filtrul *a* (fig. 2.27) este de tip „Γ" (literă din alfabetul limbii ruse), deoarece inductanţa şi capacitatea sînt aşezate în această formă. Filtrul *b* (fig. 2.27) este de tip Π,

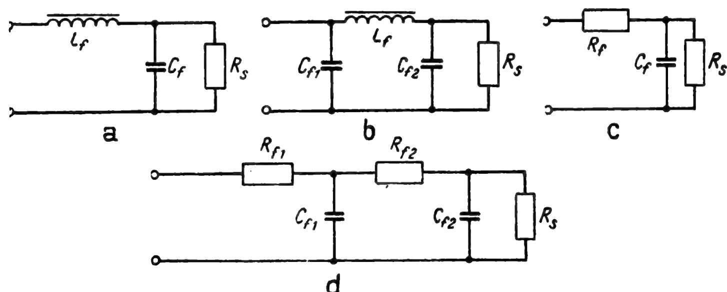



Fig. 2.27. Tipuri de filtre folosite pentru netezirea pulsaţiilor unui redresor:

*a* — filtru de tip Γ cu inductanţă şi capacitate; *b* — filtru tip Π cu inductanţă; *c* — filtru *RC* de tip „Γ"; *d* — filtru *RC* cu două celule „Γ".

deoarece inductanţa şi cele două capacităţi se aranjează după laturile care formează această literă.

Pentru îmbunătăţirea formei curentului redresat se va introduce înainte de sarcina redresorului calculat (fig. 2.26) un filtru de tip Γ (fig. 2.27, *c*).

Din calculul redresorului au rezultat valorile elementelor care vor folosi la calculul acestui filtru.

Din calculul anterior a rezultat $C = 40\ \mu F$, $U_0 = 400\ V$, $f = 50\ Hz$, $I_0 = 0{,}3\ A$ şi coeficientul de neuniformitate a pulsaţiilor $k_p = 5\%$. Se urmăreşte ca la ieşirea filtrului acest coeficient să fie de $k_f = 0{,}5\%$.

*Rezistenţa de sarcină:*

$$R_s = \frac{U_0}{I_0} = \frac{400}{0{,}3} = 1\ 330\ \Omega.$$

*Rezistenţa filtrului:*

se ia $R_f = 0{,}25\ R_s = 0{,}25 \times 1\ 330 \approx 340\ \Omega$.

*Puterea disipată de rezistenţă:*

$$P = R_f I_0^2 = 340 \times 0{,}3^2 = 30{,}6\ W.$$

*Coeficientul de filtrare:*

$$K_f = \frac{k_p}{k_f} = \frac{5}{0{,}5} = 10.$$

*Condensatorul de filtraj:*

$$C_f = 3\ 200 \frac{k_f}{p} \frac{R_f + R_s}{R_f \cdot R_s} = \frac{10}{2} \cdot \frac{340 + 1\ 330}{1\ 230 \times 340} = 59{,}3\ \mu F.$$

Se alege $C_f = 60\ \mu F$ la tensiunea de 500 V.

## 7. Stabilizatoare de tensiune, curent şi reglarea tensiunii reţelei

În unele instalaţii radiotehnice este nevoie să se păstreze tensiunile de alimentare ale anozilor şi ale grilelor ecran constante. Asemenea instalaţii sînt: aparatele electronice de măsurat, oscilatoarele emiţătoarelor, heterodinele radioreceptoarelor, tuburile instalaţiilor multicanal, staţii de radiotelegrafie etc.

La aceste aparate, stabilizarea tensiunii se realizează cu ajutorul stabilizatoarelor cu gaz, numite stabilovolt. Ele au aspectul tuburilor electronice şi se compun dintr-un număr de electrozi conţinuţi într-un balon de sticlă, în care există şi un gaz inert, de obicei neon (fig. 2.28, *a*).

Fiecare electrod corespunde unei anumite tensiuni stabilizate $U_1$, $U_2$ etc. Funcţionarea stabilizatorului de tensiune reiese din caracteristica tubului tensiune-curent (fig. 2.28, *c*). La variaţiile curentului (deci ale sarcinii) între limitele $I_{min}$ şi $I_{max}$ tensiunea se menţine constantă.

Cel mai simplu stabilizator se conectează în schema de alimentare ca în fig. 2.29. Rezistenţa $R_l$ este o rezistenţă de limitare şi se calculează cu formula

$$R_l = \frac{U_{intr} + U_{st}}{I_{st} + I_0},$$

în care:

$U_{intr}$ este tensiunea de la intrarea stabilizatorului;
$U_{st}$ — tensiunea stabilizată;
$I_{st}$ — curentul stabilizat;
$I_0$ — curentul prin tub.

*Stabilizatoare de curent* (baretoare). Acest gen de stabilizare se foloseşte la alimentarea filamentelor tuburilor. Baretorul este format dintr-un balon de sticlă în care există un filament de fier într-o atmosferă de hidrogen. Rezistenţa fierului creşte o dată cu curentul, prin încălzire; această creştere face la rîndul ei să scadă curentul.

În fig. 2.30, *a* este prezentată construcţia baretorului, iar în fig. 2.31 — modul în care se conectează baretorul în circuitul de încălzire al tuburilor electronice. Menţionăm că stabilizatoarele de curent (baretorii) se conectează în serie cu sarcina căreia trebuie să i se asigure curentul constant. În serie cu filamentele tuburilor se conectează pe lîngă baretor beculeţele de scală $b_1$, $b_2$ şi o rezistenţă de reducere a tensiunii. Baretorul înlătură şocul de pornire al radioreceptorului.

*Reglarea tensiunii reţelei*. Sursa de curent cea mai folosită pentru aparatura radio staţionară este reţeaua de c.a. Tensiunile standardizate şi cele mai folosite la noi în ţară sînt cele de 220 şi 120 V. În viitor în toate oraşele ţării se va introduce tensiunea de 220 V, care prezintă o serie de avantaje. Cînd sarcina creşte, mai ales seara, tensiunea reţelei la abonaţi scade. Pentru ca să se păstreze constantă această tensiune, trebuie să se folosească stabilizatoare de tensiune.

Cele mai folosite stabilizatoare de tensiune sînt regulatoarele de tipul electromecanic, regulatoare inductive,

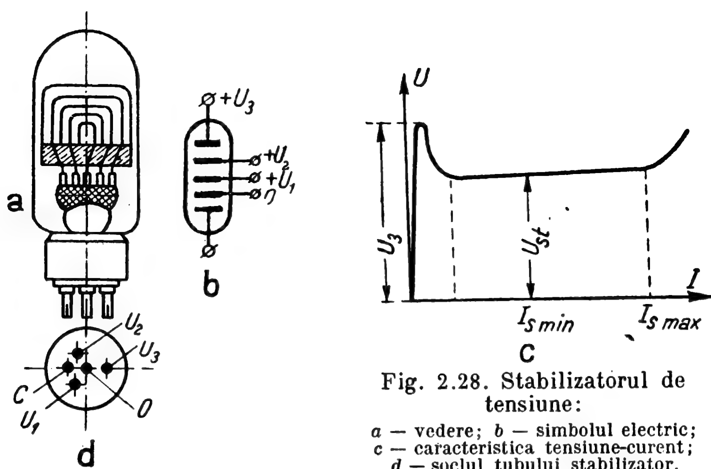



Fig. 2.28. Stabilizatorul de tensiune:
*a* — vedere; *b* — simbolul electric; *c* — caracteristica tensiune-curent; *d* — soclul tubului stabilizator.

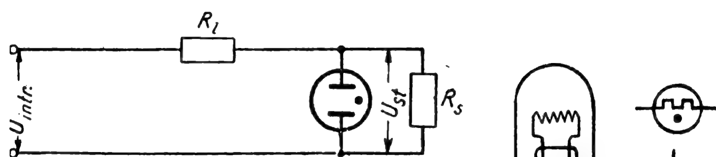



Fig. 2.29. Schema de conectare a unui stabilivolt.

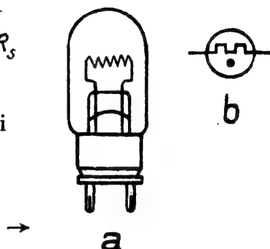



Fig. 2.30. Construcţia baretorului:
*a* — vedere; *b* — simbolul electric.

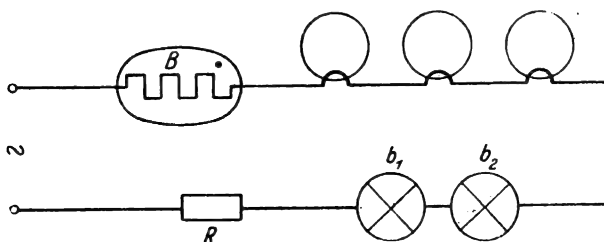



Fig. 2.31. Conectarea baretorului (*B*) în circuitul filamentelor unui radioreceptor.

variacuri şi autotransformatoare cu buclă scurtcircuitată mobilă. Pentru nevoile practice (păstrarea tensiunii pentru alimentarea televizoarelor, a aparatelor de radio, amplificatoarelor, magnetofoanelor, staţiilor de radioamplificare), variacul este dispozitivul cel mai indicat. Variacul este un autotransformator de o construcţie specială care se foloseşte la reglarea tensiunii de c.a. Miezul autotransformatorului

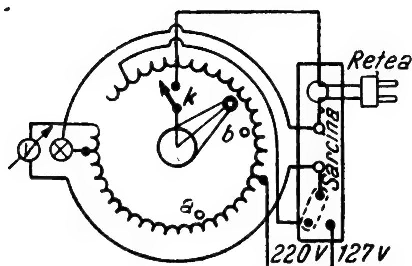



Fig. 2.32. Schema unui variac.

se face sub formă toroidală, pentru a ocupa cît mai puţin loc; deci şi tolele trebuie să fie de această formă. Se pot folosi şi tole deschise (de tip I). Pe miez se bobinează sîrma foarte strîns, pe un singur strat. Pe un ax central se află un cursor care are o lamelă sau un cărbune ce realizează contactul variabil. Pe traseul cursorului conductoarele sînt dezizolate.

În fig. 2.32 este dată schema electrică a unui tip de variac. De obicei, bornele se scot pe un mic panou sub formă de jacuri.

Variacurile au un mare randament, o rezistenţă interioară mică şi trebuie să aibă volum şi greutate cît mai mici.

Cu ajutorul acestor dispozitive, tensiunea reţelei se poate modifica lin chiar din volt în volt. În felul acesta, dacă reţeaua îşi scade tensiunea, putem s-o mărim menţionînd-o la valoarea indicată pentru aparatul respectiv.

În U.R.S.S. se fabrică variacuri de toate tipurile. Cel mai potrivit pentru nevoile unei case este THH-35. Acest tip are $P = 0{,}5$ kVA; $U_{retea} = 120/220$ V; $U_{reglată} = 0 - 250$ V; $I_0 = 2$ A; greutate = 5 kg; miez-toroidal.

Un reuşit regulator de tensiune construit în U.R.S.S. este APH-250 care se poate folosi la reţelele de 127 V (cînd tensiunea reţelei se poate modifica în limitele 85—140 V) şi la 220 V (cu o variaţie a tensiunii de reţea în limitele

140—250 V). Dispozitivul are un mic aparat de măsură care indică în orice moment tensiunea de alimentare. Variația tensiunii se poate face lin fără întreruperea curentului de alimentare. Schema electrică a acestui regulator se dă în fig. 2.33.

Puterea acestui regulator este de 250 W și cu ajutorul lui putem alimenta radioreceptorul și televizorul.

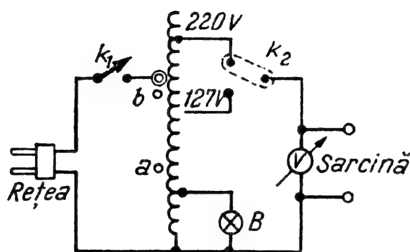



Fig. 2.33. Schema electrică a regulatorului tensiunii de rețea de tip APH-250.

## 8. Construcția unui redresor de alimentare a aparaturii radio

Este bine ca radioamatorii și tehnicienii radio să aibă un redresor de la care să obțină diferite tensiuni de alimentare, necesare alimentării diferitelor instalații radio. În cele ce urmează se descrie construcția unui redresor ce dă următoarele tensiuni:

$U_a$ = 250 V (curentul $I_{0\,max}$ = 60 mA);
$U_s$ (stabilizată) = 150 V (curentul $I_{e\,max}$ = 30 mA);
$U_R$ (tensiunea reglabilă) = 12—150 V ($I_r \approx 30$ mA);
$U_f$ (tensiunea joasă) = 1—6 V (50—250 mA), pentru alimentarea tuburilor la baterie;
$U_f$ = 6,3 V, *tensiunea alternativă pentru alimentarea tuburilor electronice cu încălzire indirectă.*

Schema de principiu a redresorului se prezintă în fig. 2.34, *a*.

Montajul se fixează pe un șasiu de textolit sau duraluminiu de 2 mm, iar de șasiu se prinde panoul frontal care se

confecționează din textolit sau alt material izolant de o grosime de 3—4 mm.

Dimensiunile și orificiile ce se practică în panoul frontal și șasiu sînt date în fig. 2.35, *a* și *b*.

Pe panoul frontal sînt montate următoarele piese (fig. 2.36). Sus în partea centrală se fixează aparatul de măsurat, iar dedesubt se află un soclu de tub pe care se aplică un suport pentru tub electronic ce face legăturile aparatului de măsurat (pentru curenți sau tensiuni). Modul de conectare a aparatului de măsurat se vede din fig. 2.34, *b*.

În stînga sus este un bec de neon $T_4$ (care indică funcționarea redresorului), iar dedesubt este comutatorul $K_1$ (de pe schema de principiu fig. 2.34, *a*) — de pornire a redresorului.

În dreapta se află comutatorul $K_2$ și un bec cu neon $T_5$ (de tip MH-5).

Tensiunile de la redresor se scot de la patru perechi de bucșe care se află montate central pe panoul frontal, sub comutatorul aparatului de măsurat.

La stînga acestor bucșe se află butonul reostatului $R_7$ care permite modificarea tensiunii redresate.

În dreapta bucșelor se află un buton care modifică poziția cursorului unui potențiometru $K_3$ care modifică valorile tensiunilor aplicate pe grilele triodelor. În acest mod se modifică valoarea curenților prin tuburi și deci și tensiunea redresată; cu cît este mai mare negativarea, cu atît este mai mică tensiunea la ieșire.

Tensiunea obținută poate avea valori cuprinse între 12 și 155 V.

În partea inferioară a panoului frontal sînt fixate patru socluri de tuburi electronice.

Deasupra șasiului se montează transformatorul de forță $Tr_1$, bobina de șoc $L$, condensatoarele electrolitice $C_1$ și $C_2$, precum și tuburile electronice $T_1$, $T_2$ și $T_3$ (fig. 2.37).

Sub șasiu se montează bobina de șoc $L_2$, condensatoarele $C_3$ și $C_4$ și elementele redresoare cu seleniu BC-1 (fig. 2.38).

Ordinea de montare a pieselor este următoarea. La început, se montează piesele pe panoul frontal, după ce acesta a fost prins în șuruburi de șasiu. Se fixează apoi piesele pe șasiu, după care se fac conexiunile, după schema de principiu, cu conductoare izolate cu clorvinilin.

Caseta redresorului se poate face din textolit, placaj sau tablă de aluminiu.

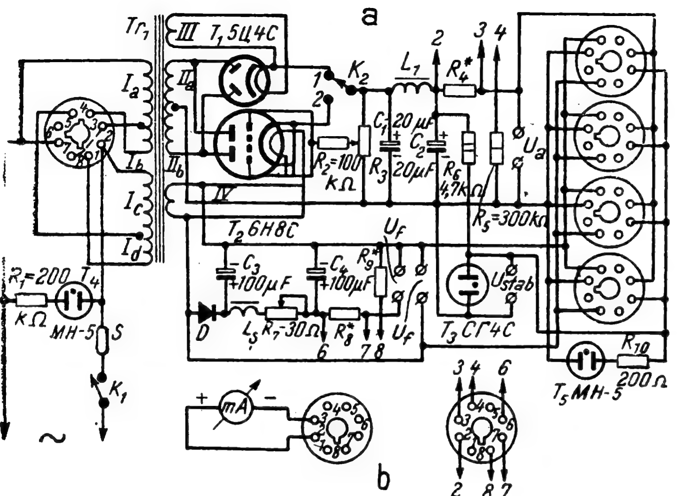



Fig. 2.34. Schema redresorului construit:

*a* — schema de principiu; *b* — modul de conectare a aparatului de măsurat şi legăturile la soclul de contact.

Fig. 2.35. Dimensiunile plăcilor şi ale orificiilor:

*a* — panoul frontal; *b* — şasiul. →

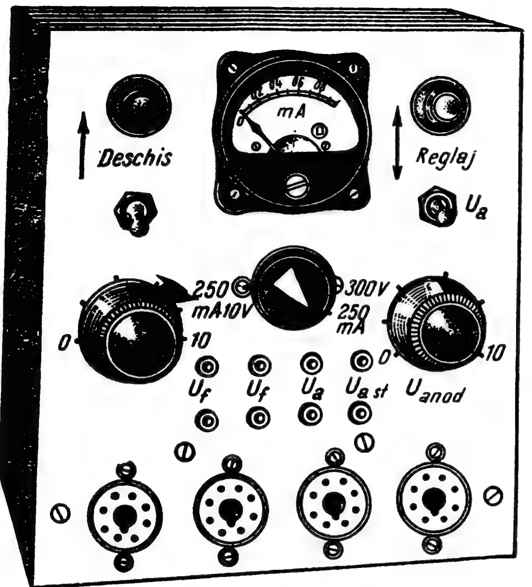



Fig. 2.36. Vedere a panoului frontal cu comenzile şi piesele dispuse pe acesta.

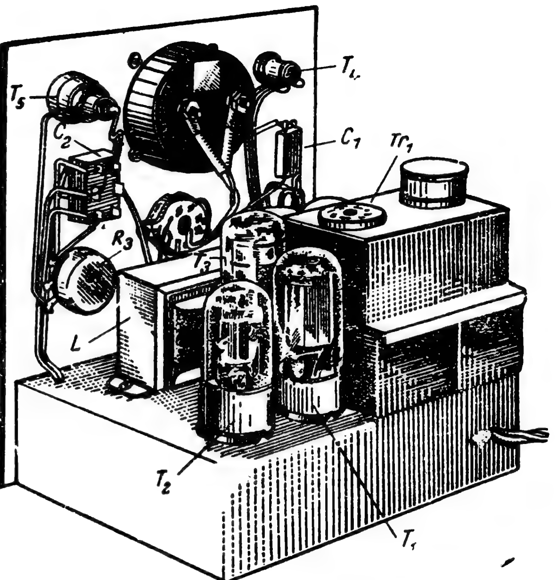



Fig. 2.37. Modul de dispunere a pieselor deasupra şasiului.

Transformatorul de rețea are datele constructive din tabela 2.2.

Bobina de șoc $L_1$ poate fi construită sau se poate folosi o bobină procurată de pe piață.

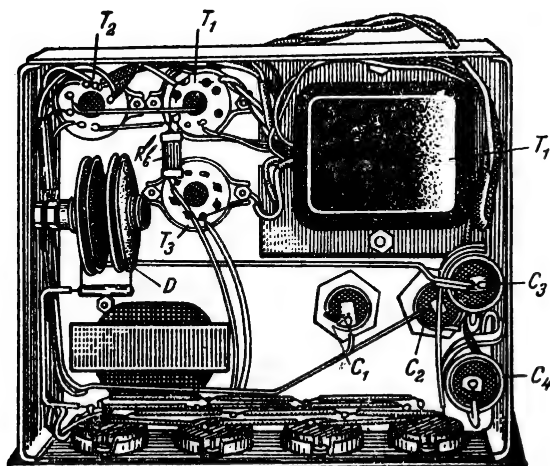



Fig. 2.38. Modul de dispunere a pieselor sub șasiu.

*Tabela 2.2*

**Caracteristicile transformatorului de rețea al redresorului folosit în schema din fig. 2.38**

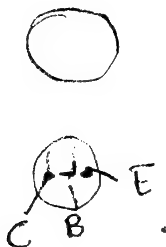
| Înfășurarea | Numărul de spire | Diametrul conductorului, mm | Izolația |
|---|---|---|---|
| Primarul | 2 × (338 + 52) | 0,38 | email |
| Secundarul pentru înalta tensiune | 2 × 865 | 0,2 | email |
| Înfășurarea pentru tensiunea de alimentare a filamentului tubului redresor | 17 | 0,8 | email |
| Înfășurarea pentru tensiunea de alimentare a celorlalte filamente | 21 | 0,1 | email |

Pentru construcţia acestei bobine se aleg tole (de tip E) pentru o secţiune de 4—6 cm². Sîrma de bobinaj este de 0,18—0,2 mm. Bobinajul poate umple fereastra miezului. După fiecare 500 spire se pune un strat de hîrtie subţire (2 foiţe). Bobina $L_2$ are acelaşi miez, dar se bobinează cu sîrmă 0,60 mm.

Condensatoarele electrolitice $C_1$ şi $C_2$ trebuie să aibă capacităţile de 10 μF la o tensiune de 450 V (Tip KЭ-2). Condensatoarele $C_3$ şi $C_4$ au capacităţile de 100 μF la o tensiune de lucru de 10 V.

Redresorul cu seleniu se construieşte din două grupe a cîte două discuri legate în paralel. Diametrul discului de seleniu este 45 mm.

Siguranţa din circuit trebuie să fie dimensionată pentru un curent de 2 A.



CAPITOLUL 3

# ALIMENTAREA INSTALAŢIILOR RADIO DE LA SURSE DE CURENT CONTINUU

## 1. Generalităţi

În prezent emiţătoarele, radioreceptoarele, amplificatoarele, precum şi alte aparate şi instalaţii radio pot fi alimentate şi de la alte surse de curent continuu (diferite de sursele chimice), cum sînt: vibratoarele, convertizoarele, grupurile electrogene, termogeneratoarele, generatoarele de curent continuu eoliene, reţele de curent continuu, generatoare puse în mişcare de forţa rîurilor etc.

Aceste surse pot fi folosite cu succes în locul bateriilor şi acumulatoarelor care trebuie înlocuite după 2—4 luni sau trebuie încărcate. În cazurile în care există posibilitatea de a se încărca acumulatoarele, atunci se pot folosi vibratoare. Acestea folosesc energia unui acumulator şi transformă tensiunea joasă într-o tensiune înaltă, necesară alimentării anozilor şi grilelor-ecran ale tuburilor electronice. Emiţătoarele de putere mică pot fi alimentate de la convertizoare, puse în mişcare de acumulatoare sau de la grupuri electrogene ale căror generatoare sînt la rîndul lor puse în mişcare de un motor cu explozie.

Fiecare din aceste surse de alimentare prezintă o serie de avantaje şi caracteristici care vor fi descrise în paragrafele următoare.

## 2. Vibratoare

### a. *Generalităţi*

Prin vibrator se înţelege o construcţie electromecanică de dimensiuni mici care fiind alimentată de la un acumulator de tensiune mică dă înalta tensiune necesară aparaturii radio pentru alimentarea anozilor şi a grilelor-ecran ale tuburi-

lor electronice. Deci, vibratoarele pot înlocui bateriile anodice care sînt prea voluminoase şi se consumă în timp scurt.

Vibratoarele prezintă avantajele că nu au piese în rotaţie aşa cum întîlnim la generatoare, au un volum mic, pot funcţiona un timp îndelungat, au un randament mare (circa 90%), au greutate mică şi sînt uşor de exploatat şi întreţinut. Vibratoarele sînt în fond nişte transformatoare de curent continuu (fiind alimentate de exemplu cu 2 V, dau 200 V, la un curent necesar instalaţiei radio). Cu ajutorul vibratoarelor se pot alimenta aparate radio de putere mică, portative, emiţătoare radio, staţii de emisie-recepţie, radioreceptoare, amplificatoare, aparate de măsurat portative cu tuburi electronice şi instalaţiile electronice de pe automobile şi alte tipuri de maşini etc.

O asemenea instalaţie este foarte economică şi se poate folosi în locurile unde nu există reţea de alimentare.

Vibratoarele care lucrează la aceleaşi tensiuni se pot înlocui în schemele radio, ele avînd aceiaşi parametri.

Indiferent de tipurile de vibratoare, ele au o serie de caracteristici limită, şi anume:

— greutatea aproximativă 160—200 g;

— dimensiunile medii — înălţimea 100 mm, iar diametrul cartuşului vibrator 400 mm;

— frecvenţa vibraţiei 100 ± 10% Hz;

— numărul de ore de funcţionare la o exploatare raţională este de 2 000—3 000 ore. Durata de păstrare este de 5 ani.

Vibratoarele pot lucra în limitele de temperatură de — 40 la + 50°C şi în condiţiile unei umidităţi de 98%.

Tensiunea la bornele de contact nu întrece 250—350 V.

Bineînţeles că pe lîngă vibratoarele care au aceste caracteristici mai există şi vibratoare de construcţii speciale care se abat din limitele parametrilor daţi.

La alimentarea prin vibrator se folosesc un acumulator, un filtru care opreşte pulsaţiile să nu intre în sursa de alimentare, cartuşul vibrator, transformatorul, redresorul şi filtrul de ieşire. Tensiunea de ieşire se aplică mai departe la sarcină, adică la instalaţia radio. Schema-bloc a unui astfel de sistem de alimentare se arată în fig.3.1.

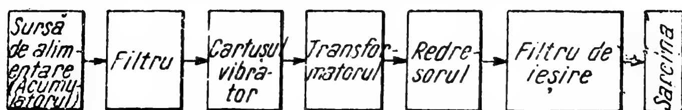



Fig. 3.1. Schema-bloc a unei instalaţii de vibrator.

Vibratoarele cele mai folosite sînt cele cu 4 contacte, a căror schemă electrică este cea din fig. 3.2. De obicei contactele se numerotează de la I la VIII în sensul arătat pe figură. Bobina cu miez reprezintă electromagnetul vibratorului. Între contactele *VIII* și *IV* se află o lamă elastică; vîrfurile săgeților reprezintă contactele.

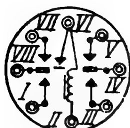



Fig. 3.2. Schema electrică a unui cartuș vibrator.

*Funcționarea vibratorului* poate fi urmărită pe fig. 3.3.

Vibratorul se alimentează de la un acumulator (sursa primară de energie). Dacă se închide comutatorul *K*, circuitul acumulatorului se închide de la + prin înfășurarea electromagnetului *II* și contactul *VI*, care în pauză este închis. Prin trecerea curentului prin înfășurarea electromagnetului, miezul acestuia se magnetizează și atrage lamela elastică, făcînd contactele *VIII* cu *I* și *IV* cu *III*. Curentul circulînd în acest moment prin înfășurarea *I* a transformatorului *Tr* face să apară în secundar o f.e.m. și un curent care încarcă condensatorul $C_1$ prin contactele *IV*—*III*. Lamela fiind

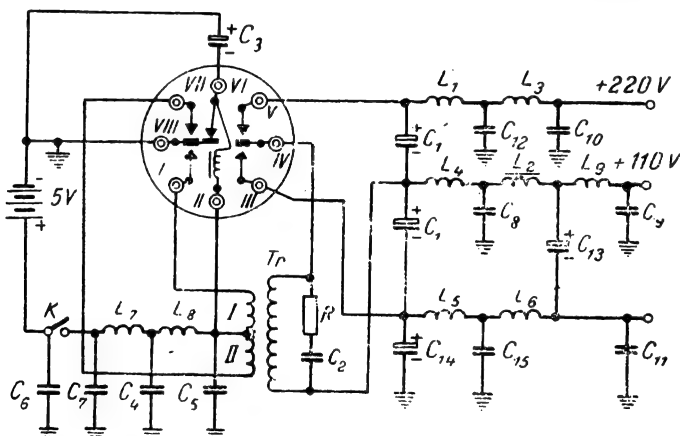



Fig. 3.3. Schema de principiu a unui vibrator.

atrasă în jos, electromagnetul nu mai este alimentat, miezul se demagnetizează și, datorită elasticității și inerției, lamela face contactele de sus *VIII*—*VII* și *V*—*VI*. Aceste contacte fac să circule curentul dat de acumulator prin înfășurarea *II* a primarului *Tr*, iar contactele *V*—*IV* aplică secundarul *Tr*

la condensatorul $C_1'$. Fiecare din cele două condensatoare sînt încărcate cu f.e.m. din secundar. La ieşire, după fiecare filtru format din $L_1-L_9$, $C_1-C_5$ se pot lua tensiunile +220 V (în regim de dublare — de pe ambele condensatoare), sau + 110 V de pe un singur condensator. Deoarece contactele din stînga se fac sincron cu cele din dreapta, tensiunea la ieşire (pe cele 2 condensatoare $C_1$, $C_1'$) rezultată este redresată. Redresarea se obţine prin comutarea mecanică a secundarului transformatorului. Cu ajutorul filtrelor din dreapta condensatoarelor $C_1$, $C_1'$, pulsurile obţinute se netezesc, astfel ca la instalaţia radio să se obţină o tensiune cît mai continuă. Atît în partea dreaptă a schemei cît şi în stînga există şi filtre de înaltă frecvenţă care pun la masă armonicele frecvenţei pulsurilor, în scopul de a feri sarcina şi acumulatorul de aceste tensiuni nedorite. Filtrul de la ieşire se simplifică dacă se foloseşte o singură tensiune, de exemplu 220 V.

Vibratorul descris se alimentează cu 5 V şi dă la ieşire 220 V şi 110 V curent continuu.

Vibratoarele se pot conecta în serie sau paralel, mărind astfel tensiunea sau curentul de la ieşire.

Vibratoarele de obicei se aleg după tensiunile şi curenţii necesari instalaţiei radio, iar transformatorul şi filtrele se calculează după metodele arătate anterior.

Avantajul vibratoarelor este acela că se pot folosi cu tensiuni de alimentare mici, iar randamentul este destul de mare în comparaţie cu convertizoarele. În comparaţie cu bateriile anodice, vibratoarele au avantajul că sînt mult mai uşoare şi au o durată mai mare de funcţionare. Energia înmagazinată în acumulatoare este mult mai ieftină decît cea din baterii. De aceea, în instalaţiile moderne se folosesc din ce în ce mai mult vibratoare.

Există vibratoare care sînt alimentate de la acumulatoare cu tensiuni mici şi curenţi mici (microacumulatoare) sau de la generatoare termoelectrice, baterii solare, baterii atomice.

### b. *Alegerea elementelor şi calculul schemei*

Alegerea schemei de principiu a vibratorului se face ţinînd seamă de curentul necesar sarcinii $I_0$, de tensiunea de ieşire $U_0$ şi de tensiunea de alimentare $U_1$ (acumulatorul).

Tensiunea sursei de alimentare va face să se aleagă un cartuş vibrator a cărui înfăşurare a electromagnetului să se alimenteze cu această tensiune.

Calculul vibratorului începe prin alegerea cartuşului, funcţie de tensiunea de alimentare şi de puterea necesară la ieşire, apoi urmează alegerea schemei de redresare, cal-

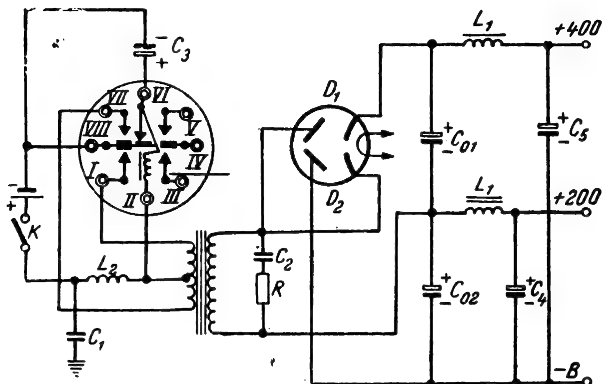



Fig. 3.4. Schema de principiu a vibratorului care foloseşte ca redresare a ambelor alternanţe un tub electronic.

culul transformatorului, calculul circuitelor de înăbuşire a scînteilor şi al filtrelor de micşorare a pulsaţiei tensiunii redresate.

De cele mai multe ori, schema vibratorului se alege cu redresare mecanică, aşa cum s-a descris la funcţionarea vibratorului, deoarece este cea mai simplă. Redresarea se poate face şi cu tuburi electronice cu celule de seleniu etc.

O dată ales cartuşul vibrator, calculul schemei vibratorului se reduce la calculul transformatorului şi al filtrelor prin metodele arătate la cap. 2.

Atunci cînd trebuie să se aleagă o schemă de redresor pentru vibrator trebuie să se ţină seama de cîteva considerente. Astfel pentru vibratoare nu se folosesc schemele de redresare a unei singure alternanţe. Pentru a obţine tensiuni redresate de ordinul a 150—200 V se folosesc scheme de redresare a ambelor alternanţe cu tuburi electronice redresoare (fig. 3.4), cu coloane de seleniu sau cu diode cu germaniu.

Schema vibratorului din fig. 3.4 reprezintă o redresare cu dublarea tensiunii. Fiecare diodă ($D_1$ și $D_2$) încarcă pe rînd condensatoarele $C_{01}$ și $C_{02}$. Ori de cîte ori capătul superior al secundarului transformatorului este pozitiv față de capătul inferior se încarcă condensatorul $C_{01}$, iar cînd este negativ, se încarcă condensatorul $C_{02}$. Condensatoarele $C_{01}$ și $C_{02}$ sînt conectate în serie între ele, de aceea tensiunea la bornele lor se adună. Pe sarcină apare o tensiune redresată dublă. La ieșire se pot obține două tensiuni și anume: întreaga tensiune redresată care apare la bornele ambelor condensatoare $C_{01}$ și $C_{02}$, precum și jumătate din această tensiune scoasă de la punctul median (între $C_{01}$ și $C_{02}$). În acest caz trebuie să se introducă două filtre, unul în circuitul întregii tensiuni redresate (400 V), iar cel de-al doilea în circuitul tensiunii redresate pe jumătate.

De obicei la vibratoare nu se folosesc scheme de multiplicare a tensiunii superioară dublării, deoarece trebuie să se folosească două sau mai multe tuburi electronice, ceea ce nu este economic.

Deseori în schemele cu vibratoare, se folosesc ca redresoare celule de seleniu, cuproxid sau diode cu germaniu.

Cel mai frecvent este montajul în punte al celulelor redresoare așa cum se vede în fig. 3.5.

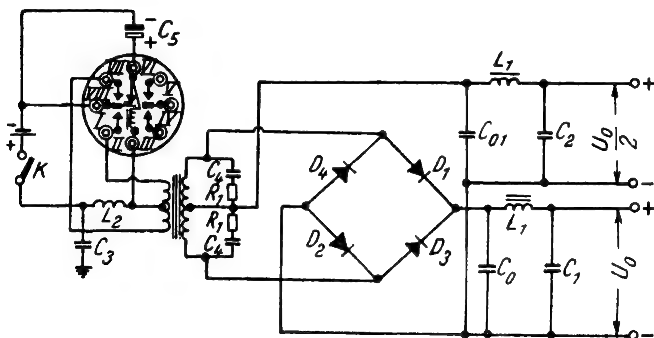



Fig. 3.5. Schema de principiu a montajului cu vibrator care folosește o redresare în punte.

Atunci cînd la partea superioară a secundarului transformatorului va fi polaritatea plus față de capătul inferior al înfășurării, curentul va vircula prin elementul de redresare $D_1$, sarcină, $D_2$ și se va închide prin capătul

inferior al înfășurării. În perioada următoare, cînd polaritatea plus va fi la capătul inferior al înfășurării, curentul va circula prin elementul de redresare $D_3$, prin sarcină, prin $D_4$ și partea superioară a înfășurării transformatorului.

În acest fel în schema redresării în punte se folosesc ambele perioade ale tensiunii alternative și curentul prin

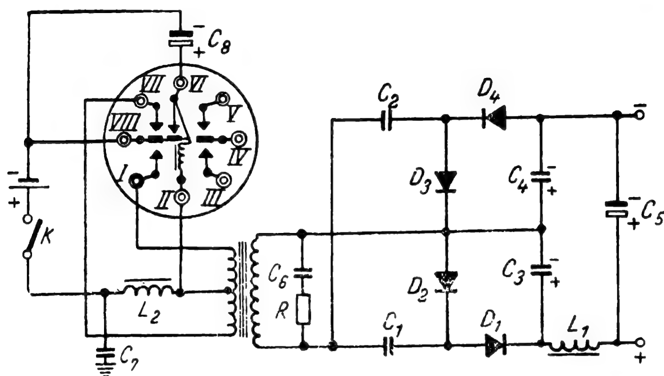



Fig. 3.6. Schema de principiu a vibratorului cu celule redresoare pentru mărirea de patru ori a tensiunii redresate.

înfășurarea transformatorului circulă în ambele sensuri. Dacă se scoate priza mediană din secundar, atunci se poate obține tensiunea redresată pe jumătate față de tensiunea totală.

La această schemă trebuie să se introducă la ieșire filtre. Acest tip de schemă se folosește pentru redresoare care au tensiuni pînă la 400 V.

În fig. 3.6 se arată schema de principiu a unui redresor cu vibrator, care mărește de patru ori tensiunea redresată.

Schema este o combinație între două redresoare care dublează tensiunea.

În timpul primei perioade se încarcă condensatoarele $C_1$ și $C_4$; de aceea tensiunea la bornele lui $C_4$ este egală cu dublul tensiunii secundarului transformatorului (considerînd folosirea sarcinii condensatorului $C_2$). În timpul celei de-a doua semiperioade se încarcă condensatoarele $C_2$ și $C_3$. Tensiunea redresată se culege de pe condensatoarele $C_3$ și $C_4$ conectate în paralel. Deoarece tensiunile de

pe condensatoarele $C_3$ și $C_4$ sînt egale cu dublul tensiunii din primar, tensiunea sumă de la ieșire este de patru ori tensiunea primară. Această tensiune de la ieșire se modifică o dată cu sarcina atingînd valoarea maximă la mersul în gol. Mărind valorile condensatoarelor $C_1$, $C_2$, $C_3$ și $C_4$ se mărește valoarea curentului redresat.

În fig. 3.7 se prezintă schema vibratorului cu redresor simetric pentru multiplicarea tensiunii. Schema permite să se obțină tensiuni mari la un curent mic.

Schema dată se compune din patru perechi de celule simetrice (redresor-condensator). Această schemă se folosește acolo unde avem nevoie de o tensiune de 1 000—5000 V

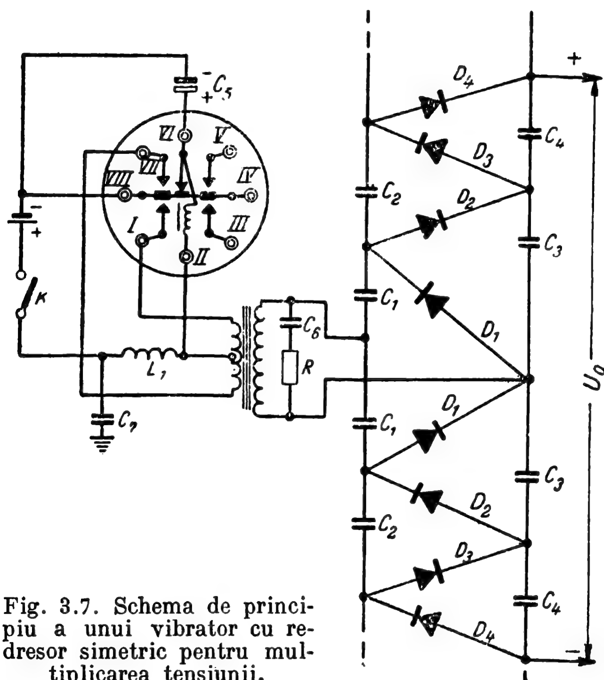



Fig. 3.7. Schema de principiu a unui vibrator cu redresor simetric pentru multiplicarea tensiunii.

pentru un curent redresat de valoare mică. Curentul din secundar circulă în ambele sensuri, deoarece nu este nevoie de o magnetizare a miezului transformatorului.

Ca elemente redresoare se pot folosi celulele cu seleniu sau diodele cu germaniu.

Din schemele descrise reiese că pentru un anumit scop se vor alege ca elemente de redresare diodele cu germaniu în primul rînd; în lipsa acestora se vor alege celulele cu seleniu şi doar în ultimă instanţă se pot alege tuburile electronice redresoare, care nu sînt economice.

## 3. Convertizoare

### a. *Generalităţi*

Convertizorul este un generator electric care fiind alimentat (excitat) de o sursă de curent continuu de tensiune mică poate da una sau mai multe tensiuni înalte.

Convertizorul ca şi vibratorul este un transformator de curent continuu ( în cazul nostru), dar principiul lui de funcţionare este deosebit de cel al vibratorului.

Convertizoarele care au un singur colector dau o singură tensiune continuă înaltă, dar se pot construi convertizoare cu mai multe colectoare, cînd fiecare colector este o sursă de înaltă tensiune independentă.

Convertizoarele se folosesc la instalaţiile electrice staţionare pentru încărcarea acumulatoarelor, la instalaţiile radio pentru alimentarea filamentelor, dar mai ales pentru alimentarea anozilor şi grilelor-ecran ale tuburilor electronice.

Convertizoarele folosite pentru alimentarea aparaturii radio au de obicei mai multe colectoare. Cel mai frecvent se foloseşte convertizorul cu două colectoare.

La unul din colectoare se aplică tensiunea de la acumulator (6, 12 sau 24 V), care alimentează înfăşurarea de excitaţie. Al doilea colector este conectat cu o altă înfăşurare; înfăşurarea de generator dă tensiunea înaltă ce se foloseşte la alimentarea anozilor şi a grilelor-ecran. Uneori la partea de generator poate să mai existe o înfăşurare (de exemplu 750 V pentru plăcile unui radio-emiţător). Deoarece tensiunea de pe colector este pulsatorie, la ieşire se folosesc filtre de netezire. Filtrele se instalează sub generator într-un ecran, formînd astfel un ansamblu unitar cu convertizorul.

Convertizoarele prezintă o serie de avantaje; de aceea, se folosesc pe scară largă la alimentarea radioreceptoarelor şi emiţătoarelor portative.

În cazul folosirii convertizoarelor pentru alimentarea cu tensiune înaltă a radioreceptoarelor se exclude bateria

anodică (la instalaţiile portative) cu toate dezavantajele acesteia. Avantajul convertizoarelor iese şi mai mult în evidenţă atunci cînd acestea se folosesc la staţiile de emisie de putere mică. În acest caz, cu un convertizor de dimensiuni mici se pot obţine tensiuni de 500—3 000 V, necesare plăcilor tuburilor de emisie.. În acest caz, convertizoarele înlocuiesc redresoarele greu de construit, cu transformatoare care au rapoarte mari de transformare, cu multe celule de seleniu şi alte circuite anexe.

Dezavantajul convertizoarelor constă în faptul că au piese în mişcare şi că se încălzesc uşor; de aceea, după un timp de funcţionare (aproximativ o oră), ele trebuie răcite.

Caracteristicile care interesează la un convertizor sînt: tensiunea şi curentul de excitaţie, tensiunea şi curentul generat, numărul de ture ale rotorului şi regimul de răcire, adică timpul de funcţionare continuă.

b. *Principiul de funcţionare*

Construcţia unui convertizor se prezintă în fig. 3.8.

După cum se vede din această figură, convertizorul se compune dintr-un rotor $R$, un stator (electromagnet) cu doi poli magnetici $N$ şi $S$. Pe rotor se află un bobinaj care joacă rol de generator, iar pe stator se află un alt bobinaj care formează excitaţia convertizorului. Prin rotirea părţii de generator, spirele taie liniile de forţă magnetice ce se formează între polii nord şi sud ai statorului. În înfăşurările de pe rotor se induce o f.e.m ce are frecvenţa

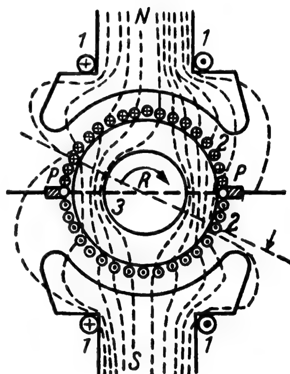


Fig. 3.8. Schema constructivă a unui convertizor:

*1* — înfăşurarea de excitaţie; *2* — înfăşurarea de generator; *3* — rotorul.

$$f = \frac{p \cdot n}{60} \text{ [Hz]},$$

în care: $f$ este frecvenţa f.e.m.;

$p$ — numărul perechilor de poli;

$n$ — numărul de ture ale rotorului pe minut.

Curentul alternativ din spirele rotorului se transformă la ieşire în curent continuu datorită colectorului.

Curentul în sarcină se culege cu ajutorul a două perii colectoare sau a doi cărbuni. Printr-o perie colectoare curentul circulă în acelaşi sens, deoarece o dată cu rotaţia spirelor rotorului de la un pol la altul (cînd se schimbă sensul curentului) se rotesc şi lamelele colectoare.

Aceasta face ca atunci cînd sensul curentului se schimbă să se schimbe şi lamela colectorului. Forţa electromotoare care apare la bornele colectorului depinde de fluxul magnetic, de numărul de spire de pe rotor şi de turaţia rotorului.

Tensiunea de excitaţie se ia de la un acumulator (excitaţie independentă).

În aparatura de radio sînt necesare diferite tensiuni pentru alimentarea filamentelor şi a circuitelor anodice; aceasta a dus la construcţia maşinilor de curent continuu (convertizoare) cu două colectoare.

În fig. 3.9 se prezintă schemele electrice ale convertizoarelor de tip РУ-11Б şi РУК-300.

La convertizorul РУ-11Б, excitaţia de 12 V se aplică la bornele exterioare, iar la cele interioare se culege ten-

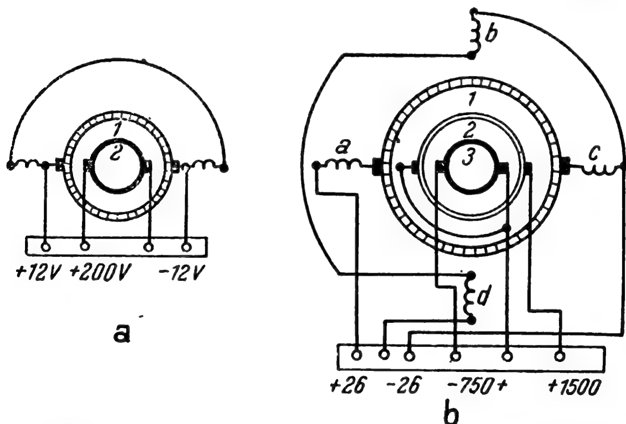



Fig. 3.9. Schemele electrice de principiu ale convertizoarelor de tip: *a* — РУ-11Б; *b* — РУК-300.

siunea continuă de 200 V. Convertizorul are două colectoare.

Convertizorul РУК-300 (fig. 3.9, *b*) se excită cu 26 V şi are două înfăşurări de generator legate în serie putînd

astfel scoate la ieşire 750 şi 1 500 V. Acest convertizor are trei colectoare.

Convertizoarele dau la ieşire o tensiune pulsatorie; de aceea, se introduc filtre care netezesc aceste pulsaţii. Constructiv caseta cu filtre se fixează sub şasiul convertizorului.

Convertizorul de tip PYH cu filtre este prezentat în fig. 3.10.

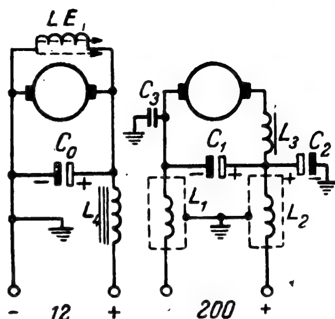



Fig. 3.10. Schema convertizorului de tip PYH cu filtre.

Filtrul pentru netezirea pulsaţiilor de joasă frecvenţă este format din $L_3$ şi $C_1$, iar filtrul pentru armonicele de înaltă frecvenţă ce apar este format din inductanţele $L_1$, $L_2$ şi condensatoarele $C_2$ şi $C_3$. Inductanţa $L_2$, pe lîngă filtraj, mai are şi rolul de a permite modificarea în limite cît mai largi a curentului de sarcină. În circuitul de excitaţie (colectorul din stînga) există filtrul de joasă frecvenţă ($L_4$ şi $C_0$), iar condensatorul $C_0$ mai are rolul de a pune la masă componentele de înaltă frecvenţă care ar putea să apară. Înfăşurarea *LE* este inductanţa de excitaţie.

## 4. Grupuri electrogene

Prin grup electrogen se înţelege instalaţia de alimentare care conţine un generator de curent continuu sau alternativ şi un motor cu ardere internă.

Acest gen de sursă de alimentare se foloseşte acolo unde lipseşte reţeaua de c.c. sau alte surse şi alimentează instalaţiile radio portative (emiţătoare, radioreceptoare, staţii de radioamplificare şi instalaţii de cinematografie). Grupurile electrogene pot lucra continuu în cazul în care generatorul alimentează direct instalaţiile radio; acest gen de alimentare se foloseşte la instalaţiile de putere mică, de exemplu la instalaţiile de radiotranslaţie.

Grupurile electrogene de putere mai mare se folosesc cu intermitenţă. La aceste generatoare sînt conectate acumulatoare tampon pe care le încarcă. Acumulatoarele alimen-

tează instalaţia în timpul răcirii grupului electrogen. Acest mod de alimentare are avantajul că tensiunea generatorului nu se modifică cu sarcina, deoarece acumulatorul preia aceste variaţii.

## 5. Alimentarea de la reţeaua de curent continuu

Reţelele de curent continuu sînt înlocuite cu cele de curent alternativ, deoarece nu sînt economice, avînd pierderi mari pe liniile de transport. Dacă totuşi există reţele instalate la care sursa primară este un grup electrogen cu generator de curent continuu, atunci la instalaţiile radio se folosesc vibratoare de la care se pot obţine tensiunile continue dorite. Radioreceptoarele universale se pot alimenta de la o astfel de reţea, precum şi de la cele de curent alternativ, fără transformator.

În fig. 3.11 se prezintă o astfel de alimentare. Alimentarea tuburilor se face de la reţea, printr-o rezistenţă a cărei valoare depinde de tensiunea reţelei. Filamentele tuburilor fiind montate în serie, curentul lor trebuie să fie acelaşi.

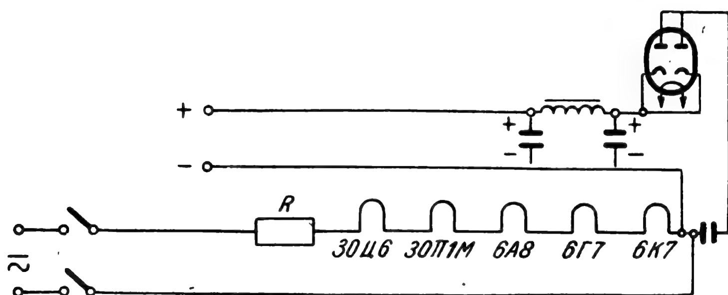



Fig. 3.11. Schema transformărilor la un radioreceptor de curent continuu pentru a putea fi alimentat în sistemul „universal".

În acest caz, pentru tuburile alese, curentul de încălzire este de 0,3 A.

Rezistenţa $R$ pe care apare o cădere de tensiune se calculează astfel.

Se însumează tensiunile tuburilor:

$$U_t = 6{,}3 + 6{,}3 + 6{,}3 + 30 + 30 \approx 79 \text{ V},$$

Dacă rețeaua are tensiunea de 120 V, rezultă prin scădere căderea de tensiune pe rezistența $R$

$$U_R = 120 - 79 = 41 \text{ V}.$$

Știind că $I = 0{,}3$ A, rezultă rezistența $R = \frac{U_R}{I} = \frac{41}{0{,}3} = 137\ \Omega$. Puterea disipată este : $P = UI = 41 \times 0{,}3 = 12{,}3$ W.

De obicei, rezistența $R$ se alege pentru o putere mai mare, pentru a nu se încălzi.

La montajul radioreceptorului de c.c. care se alimentează de la c.a., va trebui să se introducă și un redresor format din diodă redresoare și din filtrul de netezire.

## 6. Generator pus în mișcare de rîuri

În regiunile în care nu există alte surse de energie electrică se pot folosi generatoare care pot fi puse în mișcare de energia rîurilor. Aceste generatoare pot alimenta instalații radio ca emițătoare, radioreceptoare și pot asigura chiar și iluminatul unei încăperi.

Este important faptul că se poate folosi rîul fără a i se face o amenajare specială. Aceasta face ca instalația să coste foarte puțin. Instalația se poate face la orice rîu care are într-un anumit loc o adîncime de cel puțin 25 cm, iar viteza de curgere de 1 m/s.

Instalația constă din mici cilindri, cu tăieturi ca în fig. 3.12, montați sub formă de ghirlandă pe un cablu care trece peste rîu și care se fixează pe un mal iar la celălalt mal se cuplează la un generator printr-un multiplicator. Cursul apei rotește fiecare cilindru, care la rîndul său transmite mișcarea de rotație cablului, iar acesta generatorului. Fiecare cilindru are tăietura de atac a apei plasată la 90° față de cilindrul alăturat.

Acest decalaj este necesar pentru a se obține o răsucire constantă a cablului.

O asemenea instalație poate da o putere de la zeci de wați pînă la 5 — 15 kW.

Iată cîteva generatoare ce se pot folosi în acest scop: ГПМ-130 ($P = 0{,}13$ kW; $n = 500$ rot/min); ГАУ-4101 ($P = 0{,}1$ kW și $n = 800/450$ rot/min).

Г 52А ($P = 0{,}96$ kW; $n = 625/850$ rot/min) și ВС-34/18 ($P = 10$ kW; $n = 300$ rot/min).

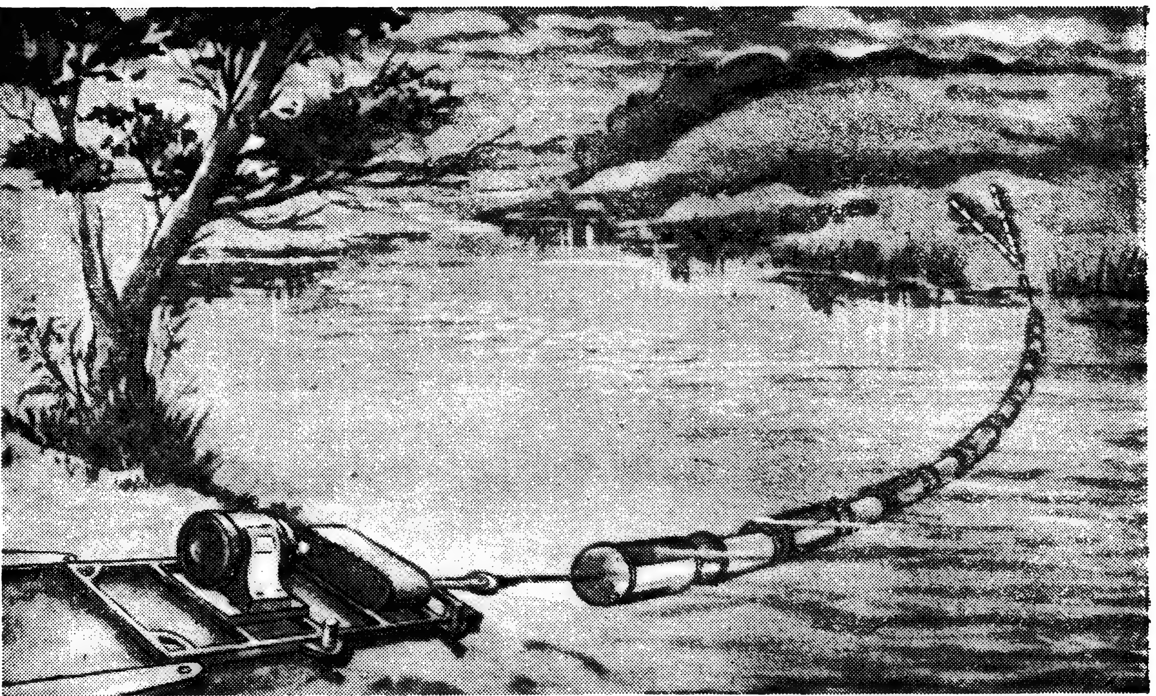


Fig. 3.12. Instalaţia unui generator pe un rîu.

CAPITOLUL 4

# ALIMENTAREA APARATELOR RADIO CU TRANZISTOARE

## 1. Generalități

Pentru alimentarea aparatelor radio cu tranzistoare se folosesc de obicei surse economice şi de dimensiuni mici. Radioreceptoarele cu tranzistoare folosesc baterii de lanternă de 4,5 V. Astfel, radioreceptoarele produse în R.P.R. de uzina „Electronica“ se alimentează de la bateriile de lanternă de tip BUB, 4,5 STAS 809-55. Radioreceptorul „Solistor“ se alimentează de la 3 baterii plate de 4,5 V, avînd un consum de aproximativ 25 mA. Durata de funcţionare a unui set de baterii este de aproximativ 300 ore.

Radioreceptoarele „Sport“ şi „Litoral“ se alimentează de la două baterii plate de 4,5 V. Consumul radioreceptoarelor este de 35 mA. Bateriile asigură funcţionarea normală a radioreceptorului aproximativ 200 ore.

Tot pentru alimentarea acestor radioreceptoare se pot folosi microacumulatoare de tipul celor realizate în Academia Militară Generală (argint-cadmiu) care au avantajul că se pot încărca.

În acest capitol se descriu şi alte surse de energie care se pot folosi pentru alimentarea instalaţiilor mari cu tranzistoare, ca transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare, energia acustică etc.

## 2. Transformatoare de curent continuu cu tranzistoare

Pentru instalaţiile radio de dimensiuni mici şi portabile, un deosebit interes prezintă transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare. Acestea au un volum foarte mic,

nu au piese în mişcare şi sînt ieftine. Exploatarea acestor dispozitive este foarte simplă. În comparaţie cu bateriile anodice, vibratoarele mecanice şi convertizoarele, care dau tensiuni înalte, transformatoarele cu tranzistoare prezintă avantaje nete. În afară de dezavantajele cunoscute (volum mare, preţ de cost mare, greutate mare, exploatare greoaie,




Fig. 4.1. Schema-bloc a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare fără amplificator de putere.

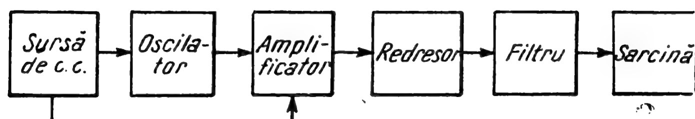



Fig. 4.2. Schema-bloc a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare cu amplificator de putere.

piese în mişcare, paraziţi datorită scînteilor, număr mic de ore de funcţionare), transformatoarele de curent continuu clasice au şi un randament mic, deoarece energia se pierde în mişcarea rotorului (la convertizor) sau în bobina electromagnetului ( la vibrator), sau în alimentarea filamentelor (la dispozitivele care folosesc tuburi electronice).

Randamentul dispozitivelor cu tranzistoare atinge valori de 70–90%.

Transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare se pot construi fără amplificare în putere şi cu amplificare în putere. Schemele-bloc ale celor două tipuri de transformatoare sînt date în fig. 4.1 şi 4.2.

Dispozitivele au ca sursă primară un microacumulator sau o baterie de lanternă, un oscilator a cărui tensiune de ieşire are forma dreptunghiulară, un redresor, un filtru de netezire a pulsaţiilor şi sarcina (un amplificator la dispozitivul cu amplificare a puterii).

Cel de-al doilea montaj este mai bun, deoarece modificarea sarcinii nu duce la variaţia parametrilor oscilatorului ca în primul caz; acest montaj se foloseşte pentru puteri mai mari de 30–50 W. În circuitele de redresare se folosesc diode semiconductoare.

Schema unui transformator de c.c. cu un tranzistor este prezentată în fig. 4.3. Tranzistorul este montat în schema unui oscilator de relaxare cu emitorul comun. Redresarea unei singure alternanțe se face cu dioda $D$, iar ieșirea este pe o capacitate. În funcționare, tranzistorul își modifică rezistența în două momente distincte: rezistență mare (de ordinul sutelor de kiloohmi) cînd curentul de colector este mare și rezistența mică (de ordinul ohmilor). În cazul în care rezistența tranzistorului este mică, energia se înmagazinează în cîmpul magnetic al transformatorului, iar cînd rezistența tranzistorului este mare, energia este dată în sarcină. Rezistența variabilă $R$ se folosește pentru reglarea puterii de intrare (și de ieșire) a transformatorului de c.c. cu tranzistoare. Acest montaj poate fi folosit pentru instalații care necesită puteri pînă la 2w; datorită magnetizării miezului transformatorului prin componenta continuă a curentului nu se pot obține puteri mai mari.

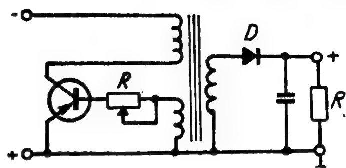


Fig. 4.3. Schema unui transformator de curent continuu cu un tranzistor.

În ultimul timp a căpătat o largă răspîndire schema cu tranzistoare în doi timpi (avînd un oscilator cu transformator). La ieșire se poate obține tensiunea simetrică (fără a avea un punct la masă) și de formă perfect dreptunghiulară. Schema cea mai des folosită este aceea cu emitorul comun, care are cel mai mare randament.

Analiza funcționării acestui montaj se poate face atît pe caracteristicile tranzistorului în planul $i_c = f(U_c)$ (fig. 4.4), cît și pe schema de principiu (fig. 4.5).

Din caracteristici reiese că pentru a se obține o cădere de tensiune minimă pe tranzistorul în gol la un curent de colector dat, punctul de funcționare trebuie să se afle în $M_1$. Curentul de bază pentru acest punct se deduce din relația

$$\dot{i}_b = \dot{i}_c \frac{1-\alpha}{\alpha},$$

în care $i_b$ este curentul de bază; $i_c$ — curentul de colector; $\alpha$ — coeficientul de amplificare în curent.

Căderea de tensiune pe rezistența dintre emitor și colector este $U_{c-e} = 0{,}3...0{,}5$ V. Tensiunea dintre colector și

emitor este $U_c$ (punctul $A$ de pe caracteristici) aplicată de la o baterie de lanternă cu polaritatea de pe schema $b$ (fig. 4.4). Trecerea de la regimul închis la regimul deschis al tranzistorului se face de-a lungul dreptei de sarcină $AM_1$. Modificarea sarcinii (scăderea lui $R_S$) face ca dreapta de sarcină să ia poziția $AM_2$ la care căderea de tensiune pe

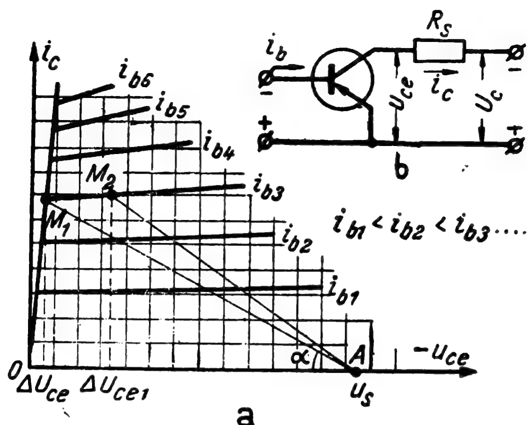



Fig. 4.4. Transformatorul de curent continuu cu un tranzistor: *a* — caracteristicile $i_C = f(U_C)$ ale tranzistorului cu emitorul comun; *b* — schema de principiu.

tranzistor crește ($\Delta U_{c-e1}$). Schema în doi timpi (fig. 4.5) conține două tranzistoare $T_1$ și $T_2$ cu emitorul comun, un transformator cu trei înfășurări (de colector, de bază și de ieșire). Înfășurarea de colector se numește „primar“, iar cea de bază „înfășurare de reacție“.

Divizorul potențiometric format din rezistențele $R_1$, $R_2$ asigură pornirea transformatorului de c.c. atunci cînd se conectează tensiunea de colector $U_c$. Pe rezistența $R_1$ apare o cădere de tensiune de 0,3—0,6 V cu polaritatea minus pe cele două baze, determinînd astfel deschiderea unuia dintre tranzistoare. În acest moment circulă un curent prin divizorul potențiometric determinînd o cădere de tensiune cu polaritatea din figură. Condensatorul $C$ (0,1—2 μF) netezește variațiile de tensiune care apar ca fenomene tranzitorii. Să presupunem că s-a deschis tranzistorul $T_1$; atunci pe jumătate din înfășurarea de colector $n_c'$ apare o f.e.m. cu polaritatea + ce nu conține paranteze (din fig. 4.5). Datorită acestei f.e.m., înfășurarea de bază $n_b'$ va da

pe baza tranzistorului $T_1$ o tensiune negativă față de emitor; în același timp $n_b''$ va da o tensiune pe tranzistorul $T_2$ pozitivă față de emitor ($T_2$ este închis). Tranzistorul $T_1$ va fi deschis pînă ce miezul transformatorului se va satura;

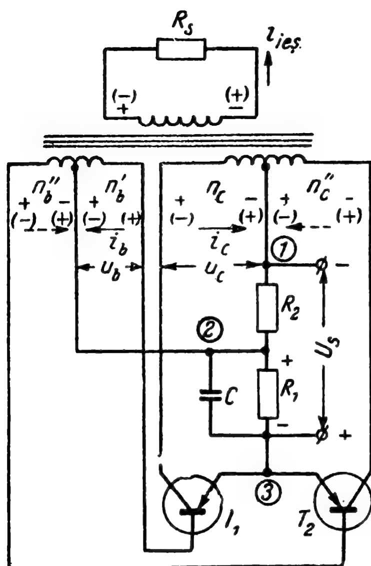


Fig. 4.5. Schema de principiu a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare în doi timpi.

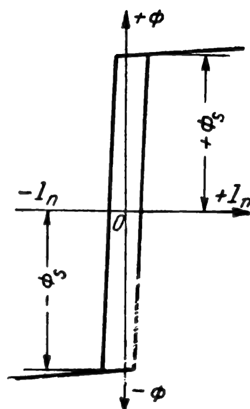


Fig. 4.6. Curba hysterezis dreptunghiulară a miezului.

curba hysterezis a miezului trebuie să fie dreptunghiulară (fig. 4.6), fluxul magnetic atingînd valoarea $\Phi_S$.

În acest moment, fluxul magnetic scade brusc, iar f.e.m. în toate înfășurările transformatorului devin nule. Curenții din înfășurări scad, deoarece apar f.e.m. de polarități inverse (semnele + și — din paranteze (fig. 4.5)). Acum $n_b''$ va da pe baza tranzistorului $T_2$ o tensiune negativă față de emitor, ceea ce duce la deschiderea acestui tranzistor, iar curentul prin $n_c''$ va circula în sensul arătat de săgeata punctată. F.e.m. din $n_b''$ crește, ceea ce face să crească mai mult curentul de colector ș.a.m.d. Tensiunea $U_c - \Delta U_{c-e} = U_{ct}$ pe $n_c''$ are forma dreptunghiulară ca în fig. 4.7.

Frontul abrupt al acestor impulsuri depinde de capacitățile prezentate de tranzistoare și de înfășurări, precum și de pierderile transformatorului.

La alegerea valorii tensiunii de alimentare $U_c$ trebuie să se țină seama de faptul că pe tranzistor se aplică o tensiune dublă acestei valori (datorită tensiunii de pe înfășurarea de colector a tranzistorului ce nu funcționează). Această tensiune dublă nu trebuie să întreacă valoarea $U_c$ dată în catalog.

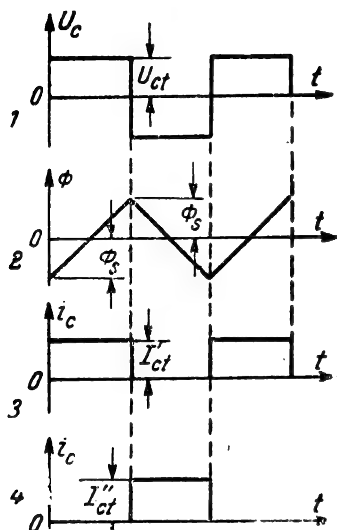



Fig. 4.7. Diagrama funcționării transformatorului de curent continuu cu tranzistoare:

1 — curba variației tensiunii de colector; 2 — variația fluxului magnetic; 3 și 4 — variația curenților în înfășurările transformatorului.

**Exemplu de calcul.** Se calculează un transformator de c.c. alimentat de la o tensiune $U_c = 24$ V și se cere ca la ieșire să se obțină tensiunea $U_0 = 150$ V și curentul $I_0 = 0,3$ A. Pulsațiile la primul condensator nu trebuie să întreacă $k_p = 2\%$ din tensiunea redresată.

Redresarea se face cu o punte cu diodele Д7Г (ДГ-Ц24). Schema montajului se prezintă în fig. 4.8.

*Tensiunea la ieșire.* Se consideră o cădere de tensiune pe bobina de șoc a filtrului de 15%.

$$U_{ieș} = U_0 + 2\Delta U_{redr} + \Delta U_{lș} = 150 + 2 \times 0,5 + 0,15 \times 150 = 174 \text{ V}.$$

*Curentul la ieșire:*

$$I_{ieș} = I_0 = 0,3 \text{ A}.$$

*Capacitatea de ieșire a filtrului.* Se consideră $f_{osc} = 1\,000$ Hz.

$$C_0 \approx (1...2)\, 10^6 \frac{I_0}{fU_0p_0} = \frac{1,5 \times 10^6 \times 0,3}{10^3 \times 150 \times 2} = 1,5\,\mu\text{F (la 200 V)}.$$

*Puterea la ieșire:*

$$P_{ieș} = U_{ieș}\, I_{ieș} = 174 \times 0,3 = 52 \text{ W}.$$

*Amplitudinea curentului de colector.* Se presupune randamentul $\eta = 0,7$.

$$I_c = \frac{P_{ieș}}{\eta U_c} = \frac{52}{0,7 \times 24} = 3,1 \text{ A}.$$

*Tensiunea între colector și emitor:*

$$U_{ce} = 1{,}2 \times 2U_c = 1{,}2 \times 2 \times 24 = 58 \text{ V}.$$

Se alege tranzistorul П4Б.

*Puterea transformatorului.* (Se calculează puterea transformatorului pentru determinarea dimensiunilor constructive).

$$P_d \approx 1{,}3 U_{ieș} I_{ieș} = 1{,}3 \times 174 \times 0{,}3 = 68 \text{ VA}.$$

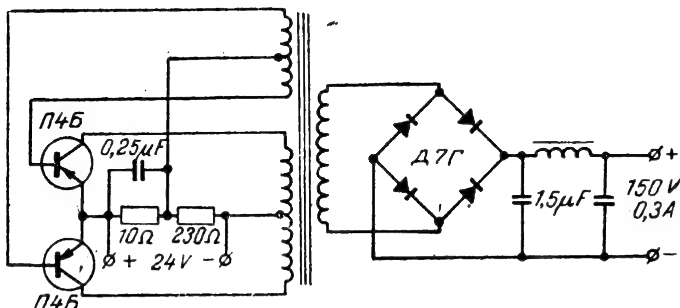



**Fig. 4.8. Schema transformatorului de curent continuu cu tranzistoare calculat.**

Pentru transformator se aleg tolele Э310 (ХВП) de grosimea 0,08 mm, pentru care $B_t = 10\ 000$ Gs.

*Dimensiunile transformatorului:*

$$Q_m Q_0 = \frac{P_d \times 10^6}{2f B_t \cdot \delta \cdot \eta_{tr} \cdot S k_f k_c} = \frac{68 \times 10^6}{2 \times 10^3 \times 10^4 \cdot 4 \cdot 0{,}9 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \times 0{,}25} =$$

$$= 4{,}7 \text{ cm}^4.$$

În această relație:
$Q_m$ este secțiunea miezului, cm²;
$Q_0$ — suprafața ferestrei, cm²;
$P_d$ — puterea dimensională, W;
$\delta$ — densitatea curentului în spire, A/mm²,
$\eta_{tr}$ — randamentul transformatorului;
$S$ — numărul tolelor;
$k_f$ — coeficient de umplere pentru fier;
$k_c$ — coeficient de umplere pentru cupru.

Se aleg tolele de tip Ш-12. Dimensiunea $\frac{c}{a} = 1 \ldots 2$ (fig. 4.9) la care $a = 1{,}2$. În fig. 4.9 se prezintă forma miezului cu dimensiunile sale notate cu litere.

Se calculează $c$:

$$c = \frac{Q_m \cdot Q_0}{abh} = \frac{4,7}{1,2 \times 1,2 \times 2,6} = 1,26 \text{ cm}.$$

Alegem valoarea practică $c = 1,5$ cm.

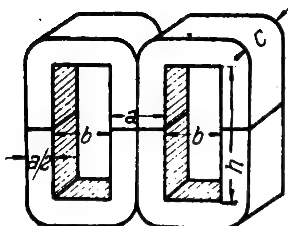



Fig. 4.9. Miezul transformatorului.

Raportul $\frac{c}{a} = \frac{1,5}{1,2} = 1,25.$

Suprafaţa miezului:

$$Q = Q_m \cdot k_f = ac \cdot k_f =$$

$$= 1,2 \times 1,5 \times 0,8 = 1,44 \text{ cm}^2.$$

*Numărul de spire al jumătăţii înfăşurării de colector*:

$$n_k = \frac{(U_c - \Delta U_{ce}) \times 10^8}{4fB_t \cdot Q} = \frac{(24 - 0,5) \times 10^8}{4 \times 10^3 \times 10^4 \times 1,44} = 41 \text{ spire}.$$

*Numărul de spire al jumătăţii înfăşurării de bază*:

$$n_b = n_c \frac{3 \dots 4}{U_c^{*}} = 41 \frac{3,5}{23,5} \approx 6 \text{ spire}.$$

*Numărul de spire al înfăşurării de ieşire*:

$$n_{ieş} = n_c \frac{U_{ieş}}{U_c} = 41 \frac{174}{23,4} = 300 \text{ spire}.$$

Diametrele sîrmelor de bobinaj (fără izolaţie).
Se calculează cu formula:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{I}{\delta}}.$$

Se obţin valorile:

$$d_{ieş} = 0,3 \text{ mm};\ d_c = 0,83 \text{ mm};\ d_b = 0,28 \text{ mm}.$$

*Rezistenţa $R_2$.*

Calculăm mai întîi rezistenţa $R_1$.

$$R_1 = \frac{3 \dots 4}{I_{bt}} = \frac{3,5}{0,25\sqrt{2}} = 10\ \Omega.$$

Considerînd că pe rezistența $R_1$ avem o cădere de tensiune de 0,5 pînă la 1 V,

$$R_2 = R_1 \frac{U_C - U_{R1}}{U_{R1}} = 10 \frac{24 - 1}{1} = 230\ \Omega.$$

În cazul calculului transformatorului de curent continuu cu tranzistoare cu amplificare se calculează și amplificatorul de putere: puterea la ieșire, curentul de colector. Numărul de tranzistoare care se conectează în paralel se alege după curentul maxim cerut. Aceste surse de alimentare se folosesc atunci cînd puterea necesară întrece 50—100 W și cînd dorim ca modificarea sarcinii să nu influențeze asupra transformatorului de curent continuu cu tranzistoare.

Dispozitivele de alimentare cu tranzistoare care au și amplificatoare micșorează influența curentului care circulă prin sarcină asupra tensiunii de ieșire. Folosirea etajelor de amplificare face să crească și randamentul acestei surse de alimentare.

Cele mai avantajoase montaje de amplificare cu tranzistoare sînt acelea cu emitorul comun și cu baza comună, deoarece dau puterile cele mai mari cu distorsiunile cele mai mici.

În fig. 4.10 se dă o schemă practică a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare care conține și etaje am-

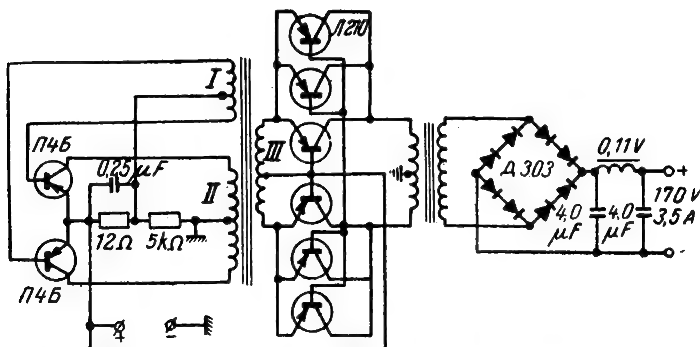



Fig. 4.10. Schema de principiu a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare cu amplificatoare.

plificatoare. Acest montaj se alimentează de la o sursă de 22 V de curent continuu. Tensiunea de ieșire este de 170 V la un curent de 3,5 A. Frecvența de lucru a instalației este de 1 200 Hz.

În grupul vibratorului se folosesc tranzistoare de tip П4Б, iar în amplificator se folosesc şase tranzistoare de tip Л210 conectate în paralel. Redresorul este construit din opt diode semiconductoare de tipul Д303.

Transformatorul de ieşire este construit cu tole de tipul E-25 la care $a = b = 2{,}5$ cm, $h = 6{,}25$ cm. Se alege o secţiune de 9 cm².

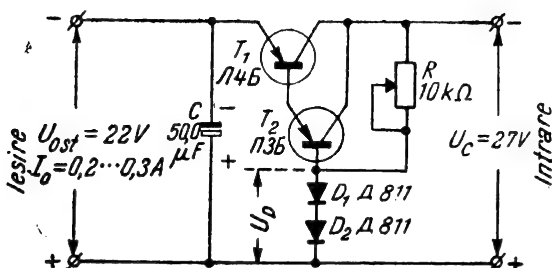



Fig. 4.11. Schema de principiu a unui stabilizator de tensiune pentru o instalaţie cu tranzistoare.

Numărul de spire din primar: $2\times19$ ($\Phi = 2{,}26$ mm).
Numărul de spire din secundar: 157 ($\Phi = 1{,}25$ mm).

Pentru construcţia transformatorului oscilatorului se folosesc $2\times30$ spire pentru înfăşurarea conectată la colector *II* cu diametrul de 0,82 mm, $2\times5$ spire pentru înfăşurarea conectată la baza *I* cu diametrul 0,28 mm şi $2\times2{,}1$ spire pentru înfăşurarea din secundar *III*, cu diametrul de 2,6 mm.

Pentru a stabiliza şi mai bine tensiunea de ieşire la un transformator de curent continuu cu tranzistoare se pot folosi scheme de stabilizare. În fig. 4.11 se prezintă o asemenea schemă de principiu. Aceasta este o schemă electronică de stabilizare, iar ca elemente de reglare şi amplificare a tensiunii se folosesc tranzistoarele. Stabilizarea tensiunii se poate face la sursa de alimentare a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare sau la ieşire. Montajul din fig. 4.11 realizează stabilizarea tensiunii de intrare. Tensiunea de alimentare de 27 V poate fi continuă sau alternativă. La ieşirea montajului va apărea o tensiune continuă de 22 V stabilizată. Diodele semiconductoare Д811 (stabilizatoare) îşi modifică foarte puţin tensiunea la

borne, deoarece se foloseşte curentul invers. Se ştie că la o variaţie în limite largi a curentului invers tensiunea la borne rămîne constantă. Tranzistorul $T_2$ foloseşte pentru micşorarea limitelor de variaţie a curentului prin diode şi deci contribuie la stabilizarea tensiunii. Acţiunea de stabilizare a tranzistorului $T_2$ se explică prin aceea că prin rezistenţa $R$ circulă curentul circuitului de bază al tranzistorului şi curentul celor două diode $D_1$ şi $D_2$. Creşterea curentului bazei duce la micşorarea curentului prin diode şi invers, deci suma tensiunilor pe diode şi rezistenţa $R$ rămîne constantă. Curentul de bază al tranzistorului $T_1$ trece prin circuitul de colector al tranzistorului $T_2$; de aceea, curentul de bază al tranzistorului $T_2$ (care trece prin $R$) va fi de aproape 10 ori mai mic decît curentul de bază al tranzistorului $T_1$. Ca funcţionare, schema se comportă astfel: dacă de exemplu tensiunea de intrare scade, schema menţine la ieşire tensiunea constantă datorită căderii de tensiune între electrozii emitor-colector ai tranzistorului $T_1$.

Condensatorul $C$ (50 μF) serveşte pentru filtrarea tensiunii, atunci cînd se alimentează instalaţii de la curent alternativ.

### 3. Alimentarea aparatelor cu tranzistoare de la reţea

Cînd o instalaţie cu tranzistoare (radioreceptor, emiţător, amplificator pentru magnetofon, picup, ghitară etc.) funcţionează într-un loc unde există reţea de curent alternativ, nu este indicat să se consume bateriile. În acest scop, se construiesc redresoare simple, de volum mic care se pot monta chiar la ştekerul cordonului de alimentare. Volumul redresorului este mic prin faptul că puterea necesară este mică, deci transformatorul şi condensatoarele sînt piese miniaturizate, tensiunile şi curenţii fiind mici. În fig. 4.12 se dă un montaj redresor cu două diode ДГ-Ц27.

La ieşire rezultă o tensiune de 30 V cu un curent de 10 mA. Pulsaţia tensiunii după filtru ($R = 1{,}5\ k\Omega$ şi $C_1 = 50\ \mu F$) este de 1%.

Un montaj de redresare pentru încărcarea acumulatorului miniatură (fig. 4.13) se poate construi şi fără transformator.

Această construcție permite alimentarea de la rețea a instalației cu tranzistoare, avînd acumulatorul tampon.

În acest montaj, căderea de tensiune este suportată de condensator.

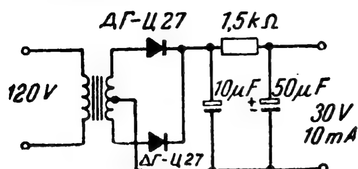



Fig. 4.12. Schema de principiu a redresorului pentru alimentarea unei instalații radio cu tranzistoare.

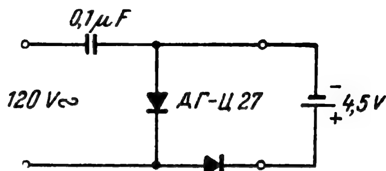



Fig. 4.13. Schema de principiu a unui redresor fără transformator pentru încărcarea microacumulatoarelor ce se folosesc în receptoarele cu tranzistoare.

## 4. Aparate cu tranzistoare alimentate cu generatorul de mînă de lanternă

Generatorul de mînă care se folosește ca lanternă și care înlocuiește o baterie de buzunar poate alimenta instalații cu tranzistoare. În fig. 4.14, *a* se prezintă schema de principiu a unui emițător (cu antenă de ferită) de mică putere, care este alimentat de la un astfel de generator. Redresarea curentului alternativ generat se face cu o diodă ДГ-Ц27, iar netezirea pulsațiilor cu ajutorul condensatorului $C_3$.

Acest emițător poate fi folosit pentru acționare la distanță, iar dacă este modulat, și pentru legături radio.

În fig. 4.14, *b* se prezintă aspectul exterior al acestui emițător radio.

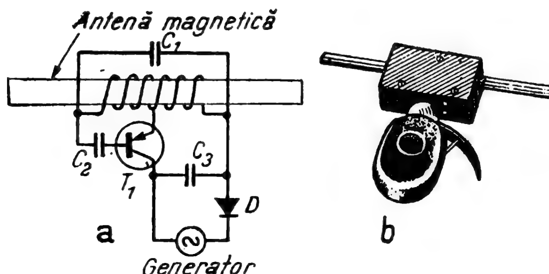



Fig. 4.14. Emițător care folosește ca sursă de alimentare un generator de mînă de lanternă:

*a* — schema de principiu; *b* — vedere exterioară a emițătorului.

În fig. 4.15 se prezintă două vederi asupra unui radiotelefon alimentat de la un generator de lanternă. Acest emițător-receptor lucrează pe frecvența de 4 MHz și are o bătaie

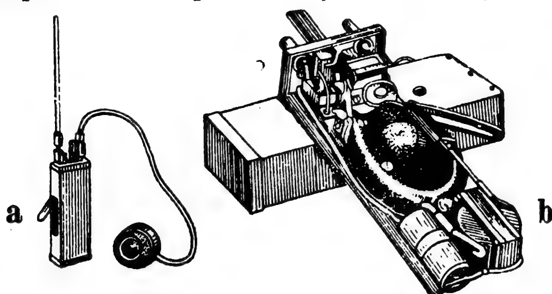



Fig. 4.15. Radiotelefon alimentat de la un generator de lanternă: *a* — vedere exterioară; *b* — aparatul demontat.

de 1—2 km în teren puțin frămîntat. Redresarea tensiunii alternative dată de generatoare se face cu diode semiconductoare.

## 5. Cîmpul electromagnetic — sursă de alimentare a aparatelor cu tranzistoare

Energia cîmpului electromagnetic de la o stație de emisie, într-o anumită zonă, poate fi folosită în scopul alimentării instalațiilor radio cu tranzistoare. În fig. 4.16 se dă

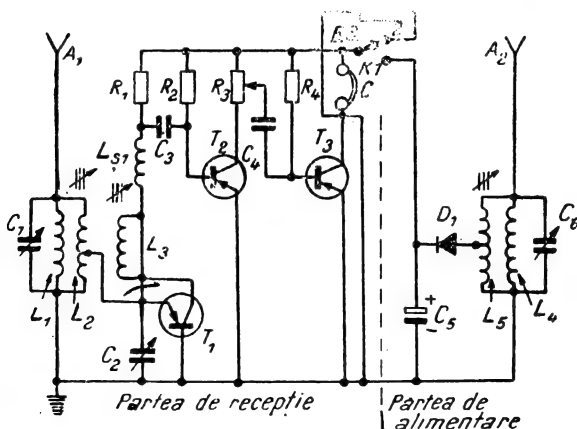



Fig. 4.16. Radioreceptor alimentat de la energia unui cîmp electromagnetic sau de la o baterie solară (schema de principiu).

o schemă de principiu a unui radioreceptor cu tranzistoare care poate fi alimentat cu energia unui astfel de cîmp electromagnetic. Pentru aceasta se folosește o antenă suplimentară $A_2$. Circuitul oscilant $L_5C_6$ se acordează prin condensatorul variabil $C_6$ pe cea mai puternică stație de radio

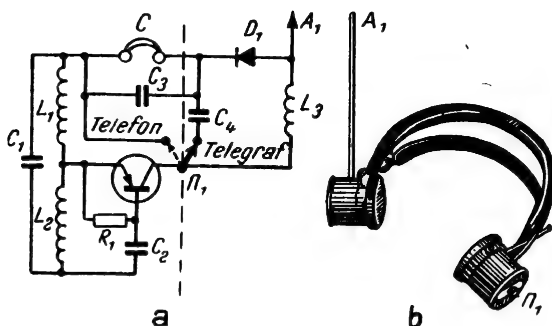



Fig. 4.17. Aparat de control al emisiei proprii, construit cu tranzistor şi alimentat de la cîmpul electromagnetic al postului de emisie: *a* — schema de principiu; *b* — vedere exterioară.

din regiune. Antena se cuplează pe circuitul oscilant prin bobina $L_4$. Semnalul de înaltă frecvență se redresează cu ajutorul diodei de germaniu $D_1$, iar pulsurile se netezesc cu ajutorul condensatorului $C_5$.

Tensiunea continuă redresată se aplică prin comutatorul *K* pe colectoarele tranzistoarelor, alimentîndu-le. Acest radioreceptor poate fi alimentat și de la o baterie solară (*B. S.*); în acest caz comutatorul *K* se află pe poziția *2*.

S-a construit şi un alt gen de radioreceptor, de tip superheterodină, la care nu se folosesc două antene ci una singură.

Pentru radioamatori se poate construi chiar în interiorul unei perechi de căşti „un receptor" pentru controlul stației de emisie proprii. În fig. 4.17, *a* se prezintă schema de principiu a acestui aparat de control, iar în fig. 4.17, *b*, vederea lui exterioară. Aparatul se alimentează de la cîmpul electromagnetic al stației de emisie proprii. Controlul poate fi făcut atît în fonie cît și în telegrafie. Acest aparat de control are avantajul că radioreceptorul nu se acordă pe postul de emisie pentru control.

## 6. Energia acustică — sursă de alimentare

Se pot construi dispozitive cu tranzistoare (emiţătoare de putere mică, instalaţii telefonice cu amplificator etc.) la care sursa primară de energie este aceea a vorbirii. Pentru aceasta se foloseşte un microfon electrodinamic. O parte a

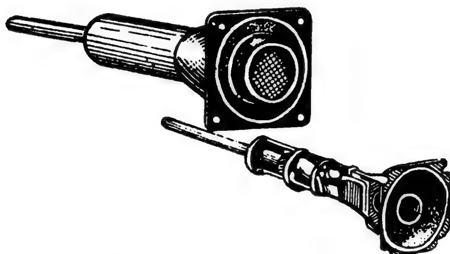


Fig. 4.18. Emiţător alimentat de la energia acustică a vorbirii.

tensiunii luată de pe bobina de joasă frecvenţă a microfonului care redresează se filtrează şi apoi se aplică la colectoarele tranzistoarelor. În cazul emiţătoarelor cu o astfel de alimentare se pot obţine bătăi pînă la 500 m.

O astfel de instalaţie se prezintă în fig. 4.18.

CAPITOLUL 5

# SURSE NOI DE ALIMENTARE A APARATURII RADIO

## 1. Generalități

Direcțiile de dezvoltare a surselor moderne de alimentare urmăresc realizarea unor surse miniaturizate care să poată fi folosite la alimentarea aparaturii portative cu tranzistoare, precum și a instalațiilor radiotehnice de pe rachete și sateliți artificiali.

De asemenea noile construcții de surse folosesc ca energie de bază izvoare de energie puțin costisitoare cum ar fi energia solară și energia atomică.

Aceste izvoare de energie reduc volumul surselor de alimentare și lungesc durata de funcționare a aparaturii radio.

Astfel stațiunea interplanetară automată sovietică trimisă înspre Venus avea ca surse de alimentare bateriile solare. Aceste baterii solare se orientează permanent după Soare, asigurînd încărcarea neîntreruptă a surselor chimice de curent existente în stațiunea interplanetară, pe întreaga traiectorie de zbor. Aceste surse de alimentare asigură buna funcționare a complexului radiotehnic existent în stațiunea interplanetară, ca posturi de emisie pentru distanțe foarte mari, agregate radiotelemetrice, sisteme de orientare și ghidaj, dispozitive de comandă cu program etc.

Dezvoltarea bateriilor solare, precum și a bateriilor atomice este în strînsă legătură cu dezvoltarea dispozitivelor cu semiconductoare, perfecționîndu-se o dată cu performanțele acestora.

O dată cu folosirea pe scară din ce în ce mai largă a tranzistoarelor în instalațiile radio (radioreceptoare, amplificatoare, proteze pentru surzi etc.) s-a pus problema folosirii unor noi surse de alimentare care să corespundă ca gabarit și economicitate cu noile aparate. Dezvoltarea ra-

pidă a dispozitivelor cu semiconductoare a determinat apariția de surse noi ca: bateria solară, bateria atomică, microacumulatoare etc., care în viitor se întrevede a fi folosite în exclusivitate.

Faptul că instalațiile cu tranzistoare necesită surse de alimentare de tensiuni și curenți mici a făcut pe oamenii de știință să caute surse de puteri mici, foarte economice. Astfel se pot folosi generatoarele mici pentru lanternă de buzunar, cîmpurile electromagnetice date de stațiile de emisie existente, energia dată de pulsul omului (biocurenții), energia sonoră din vorbire etc.

Aceste surse de alimentare sînt foarte economice, deoarece sînt simple, nu folosesc reacții chimice, au volum mic și nu necesită greutăți în exploatare.

Generatorul de lanternă de buzunar este în fond un dinam pus în mișcare prin mișcarea degetelor mîinii și care poate da tensiuni pînă la 10 V la curenți de pînă la 0,5 A.

În cazul folosirii energiei electromagnetice date de posturile de emisie din jur, aceasta poate fi transformată electronic, fără a fi nevoie de instalații complicate. Bineînțeles că această sursă de alimentare este prevăzută pentru instalații de puteri mici, tensiuni pînă la 9 V și curenți pînă la 20 mA.

Sursele de alimentare care folosesc pulsul omului (biocurenții) sau energia sonoră datorită vorbirii dau puteri mici și pot alimenta unele aparate simple formate din unul sau două tranzistoare.

În domeniul chimiei se caută noi reacții care să poată sta la baza unor baterii de volum și greutate mică, cu o mare capacitate, precum și realizarea acumulatoarelor miniatură sau chiar liliput. Așa s-au construit cu bune rezultate acumulatoarele miniatură cu argint, acumulatoarele alcaline pastilă de tip alcalin, bateriile cu mercur etc.

Un domeniu foarte nou de cercetare este acela al surselor de alimentare de pe rachete și sateliți artificiali.

De asemenea, se studiază posibilitatea folosirii electronicii moleculare și a conversiei termoionice ca surse de alimentare.

Pentru sateliții artificiali, rachete și nave cosmice se pot folosi surse de alimentare solare, chimice sau atomice. Bateria solară poate să dea o putere de 2,2 W la o greutate de 1 kg. Durata de funcționare a unei astfel de baterii depinde foarte mult de acțiunea razelor X și de efectul mecanic

al micrometeorilor şi în medie este de 10 ani. Cantitatea de energie care acţionează pe suprafaţa bateriei solare depinde de distanţa faţă de Soare şi scade invers proporţional cu patratul acestei distanţe. La distanţa de $1{,}6 \times 10^8$ km de Soare este de circa 1 $kW/m^2$.

Bateriile chimice pot să dea o energie suficientă pentru alimentarea instalaţiilor radio de pe sateliţi.

Bateriile cu mercur, de exemplu, dau o energie de 88 W oră, la o greutate de 1 kg. Dezavantajul acestor surse de alimentare constă în scăderea rapidă a puterii atunci cînd consumul variază brusc (de exemplu sub formă de impulsuri, puterea se reduce la 22 Wh la 1 kg greutate).

Bateria atomică de ultimă construcţie dă o energie pînă la 1 500 Wh la 1 kg greutate şi la o perioadă de înjumătăţire de circa 3,5 ani. Pentru a obţine o putere de 50 W în decurs de 3 ani este necesară o baterie cu o greutate de 1 150 kg.

Viitorul ne va rezerva şi alte surprize.

Astfel, energia solară ar putea fi folosită mai simplu şi cu un randament mai mare, s-ar putea folosi energia acumulată de plante, energia atomică prin crearea unor dispozitive simple etc.

## 2. Microacumulatoarele argint-zinc

În vederea alimentării instalaţiilor radio cu tranzistoare de gabarit redus s-au construit acumulatoare miniatură argint-zinc. La aceste acumulatoare, electrodul negativ este construit din oxid de zinc împachetat cu un material care absoarbe electrolitul, iar electrodul pozitiv este format din foiţă de argint pur. Ca electrolit se foloseşte hidratul de potasiu. Deoarece electrolitul este absorbit, acumulatorul devine semiumed şi poate fi exploatat în orice poziţie (vertical sau orizontal). Aceste acumulatoare prezintă avantajul că se descarcă la o tensiune constantă. Un element are o tensiune de 1,5 V şi o capacitate de 1 Ah. Acumulatorul se poate descărca cu un curent foarte mare avînd o rezistenţă internă foarte mică; sub formă de impulsuri scurte poate da un curent de 1 000 A. Limitele de temperatură între care poate lucra acumulatorul sînt cuprinse între —59 (temperatura de îngheţ a electrolitului) şi +80°C. Autodescărcarea acumulatorului este foarte mică; într-un an de depozitare

capacitatea sa scade cu 20%. Modificările atmosferice nu influenţează funcţionarea acumulatorului.

În fotografia din fig. 5.1 se văd două microacumulatoare alături de o cutie de chibrituri. Bacul microacumulatorului

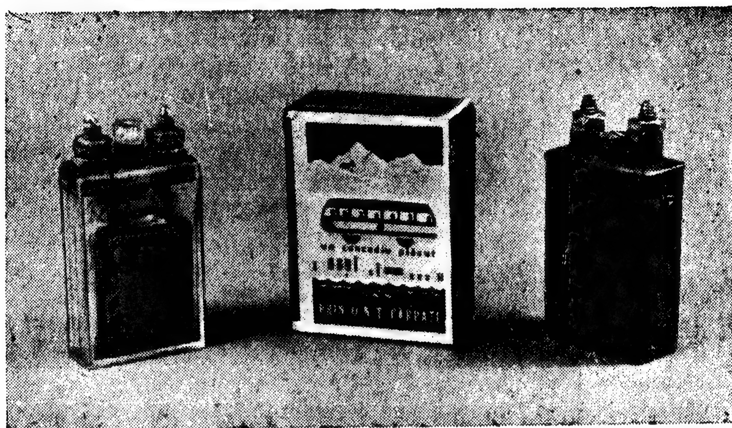


Fig. 5.1. Microacumulatoare construite în R.P.R.

este format din material plastic. Din avantajele prezentate reies şi domeniile de folosire ale acestui microacumulator.

Acest tip de acumulatoare a fost construit în R.P.R. la Academia militară generală, pentru tensiunile de 1,5 şi 4,5 V la o capacitate de 1,5 Ah şi de 9 V la o capacitate de 5 Ah, avînd dimensiuni foarte mici.

## 3. Acumulatoare cu gaz

Acumulatoarele clasice avînd electrozii din metal sînt foarte grele şi scumpe. Folosind ca elemente active gazele, iar ca absorbant cărbunele, se pot construi acumulatoare uşoare şi economice. În fig. 5.2 se prezintă un acumulator care foloseşte ca gaze clorul (Cl) şi bioxidul de sulf ($SO_2$).

Într-un bac se pun doi electrozi de cărbune *2* în lichide care au sulfură de sodiu şi sare.

Prin electroliză se degajă la un electrod clorul (din NaCl), iar la celălalt bioxidul de sulf ($SO_2$) din sulfura de

sodiu. Sulfura este purtătorul sarcinilor negative, iar clorul al celor pozitive. F.e.m. a acumulatorului este de 1 V. Plăcile ajutătoare *3* folosesc la încărcare, la ele conectîndu-se minusul redresorului iar plusul se conectează la plăcile *2*. La descărcare, sarcina se leagă (la plăcile *2*) cu polaritățile arătate în figură. Acumulatorul lucrează în limitele de la —20°C pînă la +20°C, iar lumina zilei influențează negativ asupra funcționării lui. Pentru separarea celor două soluții de electrolit se folosește peretele *4*. Lichidul *5* în care s-a dizolvat sarea se află în stînga, iar cel cu sulfura de sodiu *6* în dreapta. Dacă se folosesc ca gaze oxigenul și clorul, se poate obține o f.e.m. de 2,5 V.

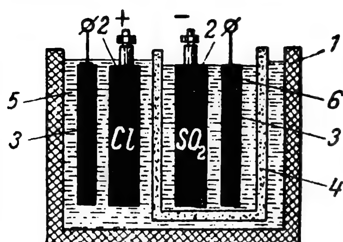


Fig. 5.2. Acumulator cu gaz: *1* — vasul acumulatorului; *2* — electrozi de cărbune; *3* — plăci ajutătoare; *4* — perete despărțitor; *5* — soluție de clorură de sodiu; *6* — soluție de sulfură de sodiu.

Fabricarea în serie a acestor acumulatoare ieftine și ușoare nu este pusă încă la punct.

## 4. Elementele fier-cărbune

Aceste elemente sub formă de disc pot fi folosite la alimentarea filamentelor radioreceptoarelor, la instalațiile telefonice, precum și la mecanizarea producției.

Electrodul negativ al elementului este format din fier, iar cel pozitiv din cărbune. Aceste elemente au capacități mari (400 Ah), tensiuni cuprinse între 0,65 V și 1 V.

Volumul acestor surse este încă prea mare.

## 5. Acumulatoare alcaline miniaturizate

Pentru instalațiile cu tranzistoare de dimensiuni mici s-au realizat acumulatoare alcaline miniaturizate. Cel mai mic acumulator este aproximativ de mărimea unei tablete de antinevralgic. Aceste acumulatoare au forma tranzistoarelor și se pot încărca de la rețea. Iată cîteva microacumulatoare germane (tabela 5.1).

**Acumulatoare alcaline miniaturizate**

| Tipul acumulatorului | 50 D.K. | 100 D.K. | 225 D.K. | 450 D.K. |
|---|---|---|---|---|
| Capacitatea (mAh) | 50 | 100 | 225 | 450 |
| Tensiunea (V) | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 |
| Greutatea (g) | 3,50 | 9 | 12,5 | 33 |
| Dimensiuni { Ø (mm) / h (mm) } | 15,5 / 5,85 | 25 / 6,1 | 25 / 8,6 | 43 / 7,6 |

În Republica Socialistă Cehoslovacă a fost construit un acumulator alcalin de tip 225 superior celor germane. Caracteristicile electrice ale acestui acumulator sînt:

$U = 1{,}26\,\text{V}$; $C = 225\,\text{Ah}$; $G = 12\text{g}$ ; dimensiuni $Ø = 25\,\text{mm}$; $h = 8{,}6\,\text{mm}$.

Aceste tipuri de surse de alimentare deschid perspective frumoase alimentării aparatelor cu tranzistoare de gabarit mic.

## 6. Bateria solară

Bateria solară este un dispozitiv care transformă energia solară direct în energie electrică. Trebuie de avut în vedere că Soarele este sursă puternică de energie; dă o putere de 1 kW pe fiecare m² din suprafaţa pămîntului.

Bateria solară se poate folosi pentru instalaţiile radio portative, pentru cele instalate în locuri inaccesibile sau acolo unde aparatura nu este exploatată de oameni, pentru alimentarea aparaturii electronice din sateliţii artificiali ai Pămîntului şi a navelor cosmice.

Bateria solară este construită din lame de cristale de siliciu semiconductoare care se conectează în serie sau paralel după cum se doreşte obţinerea unei tensiuni mai mari sau a unui curent mai mare. Semiconductoarele se reali-

zează de tipurile p și n (cu sarcini pozitive sau cu sarcini negative), iar la joncțiunea dintre ele acționează lumina Soarelui. Partea activă a unui element de 1 $cm^2$ dă o f.e.m. de 0,5 V, iar puterea este de 10—12 mW. Randamentul fotoelementelor este cuprins între 11% și 13%.

Bateria solară poate funcționa și fără raze solare, doar cu lumina zilei. În acest caz, puterea bateriei scade. Se pot folosi acumulatoare tampon care în timpul zilei se încarcă de la această baterie, iar noaptea energia este luată de la aceste acumulatoare.

În U.R.S.S. s-a construit de către Institutul de radiodifuziune și acustică radioreceptorul Sputnic (cu 7 tranzistoare) alimentat de la o baterie solară de 5 V care încărca în timpul funcționării un acumulator de tipul ЦНК-0,4. Puterea radioreceptorului este de 100 mW, iar sensibilitatea de 1 500 μV/m. Radioreceptorul împreună cu sistemul de alimentare cîntărește 800 g.

Pe cel de-al treilea satelit artificial al Pămîntului alături de surse chimice s-a folosit o baterie solară de siliciu pentru alimentarea aparaturii de măsură și a instalațiilor radio (emițătorul Maiak pe 20,005 MHz). Bateria a fost dispusă pe corpul satelitului în nouă secțiuni. Atunci cînd satelitul se deplasa în zone întunecate, acumulatoarele alimentau instalațiile radio. De pe pămînt se putea ști cînd instalația funcționa cu bateria solară sau cu sursele chimice, prin modificarea semnalelor telegrafice transmise de pe satelit de la 300 μs la 50 μs, cu ajutorul unei scheme electronice speciale.

Dacă pe acoperișul unei case se instalează asemenea celule, se poate obține energia necesară funcționării unui aparat de radio și a altor dispozitive electrice. De exemplu pentru a avea tensiunea de 110 V și curentul de 3 A se vor conecta în serie 220 cristale (a cîte 0,5 V), curentul rezultant fiind de 0,018 A. Pentru a obține un curent de 3 A vor trebui conectate în paralel încă 82 șiruri de cristale, deci în total 18 260 cristale. Cu intervalele dintre plăcuțe (deoarece semiconductoarele nu se așază lipite unul de altul), suprafața acoperită este de 2×2 m. Pentru noapte s-ar folosi acumulatoarele care se montează în pod sau în pivniță și care sînt conectate tampon.

În ultimul timp s-au construit în Uniunea Sovietică și în S.U.A. baterii solare de un nou tip care au o eficacitate de 4 ori mai mare față de bateriile solare normale. Aceste

baterii deschid noi posibilități în construcțiile de pe sateliți, precum și pentru instalațiile radio portative civile și militare. Construcția acestor baterii diferă de aceea a tipurilor vechi prin faptul că straturile active se montează invers. Pentru fabricarea lor se folosește difuzia fosforului la suprafața siliciului de tip p. Pînă acum se folosea difuzia borului pe cristal de tip n. Temperatura la care se fabrică aceste baterii este de 950°C, deci mai mică decît la procedeul vechi, ceea ce duce la ieftinirea bateriei și creșterea randamentului.

## 7. Generator termoelectronic folosind energia solară

Termocupl pot fi încă lzite și în alte moduri decît prin energia termică dată de o lampă cu petrol. Energia solară poate încălzi asemenea termocuple, obținîndu-se astfel o sursă de energie foarte economică.

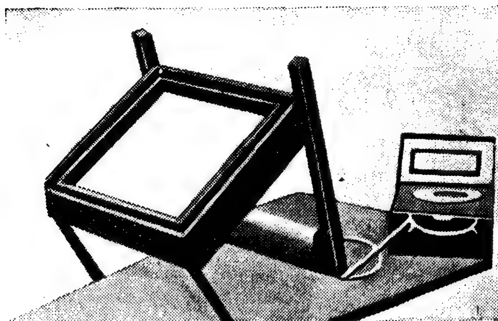
În acest dispozitiv, energia solară se transformă direct în energie electrică. Partea termocuplelor ce se expune razelor solare se numește colector plan, care este montat pe 4 piciorușe (fig. 5.3), pentru a putea fi aranjat perpendicular pe razele Soarelui. Folosindu-se termocuple formate din stibiu și zinc se pot obține puteri de 175 mW. Colectorul este format din sticlă, sub care se introduce o foiță de cupru de 0,5 mm. Ca număr de elemente se folosesc 31 termocuple. Mărind acest număr se pot obține puteri mai mari. Randamentul acestor instalații este mic, de ordinul 0,6%. Dacă la colector, în loc de o singură sticlă, se introduc mai multe straturi ce reflectă puțin razele Soarelui, atunci randamentul poate crește pînă la 1,05%. Folosind un fascicul concentrat de raze solare cu ajutorul oglinzilor s-a obținut cu un singur termocuplu $U = 56$ mV, o putere de 0,156 W și un randament de 3,35%.

## 8. Bateria atomică

Pentru prima oară în lume, în Uniunea Sovietică a fost folosită energia atomică pentru producerea energiei electrice — centrala atomo-electrică de 5 000 kW. În această centrală, energia atomică nu se transformă direct în energie electrică, ci mai întîi în energie calorică.

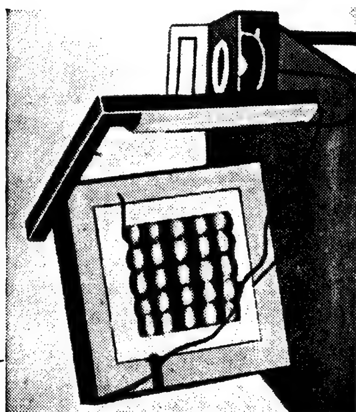
Bateria atomică este o sursă de curent în care energia atomică se transformă direct în energie electrică.

Să vedem pentru început construcția și funcționarea unei baterii de înaltă tensiune.



*a*

*a* — vedere din față;



*b*

*b* — vedere din spate.

Fig. 5.3. Termogenerator care folosește energia solară.

Se știe că multe elemente radioactive în procesul de dezagregare eliberează sarcini electrice (electroni) cu o mare viteză. Acești electroni au o energie foarte mare, încît se pot deplasa prin aer (la presiunea atmosferică) și pot să încarce un electrod metalic care s-ar afla la o oarecare distanță de elementul radioactiv.

Elementul radioactiv *1* se instalează în mijlocul bateriei (fig. 5.4), iar electronii degajați bombardează electrodul *2* pe care-l încarcă cu sarcini negative. Electrodul central *1* rămîne încărcat pozitiv. Dispozitivul este asemănător unui condensator care se încarcă și a cărui tensiune depinde de

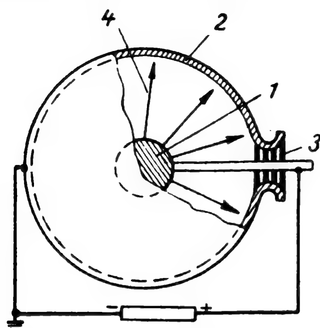



**Fig. 5.4. Baterie atomică de înaltă tensiune:**

*1* — element radioactiv; *2* — electrod; *3* — izolator; *4* — traseul particulelor.

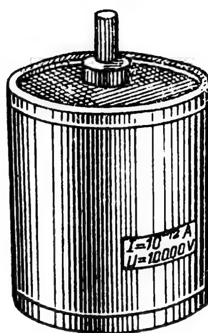



**Fig. 5.5. Forma exterioară a bateriei atomice.**

energia electronilor eliberați de elementul radioactiv și de calitatea dielectricului dintre electrozi. Tensiunea poate atinge valori de zeci de mii de volți.

Intensitatea curentului depinde de viteza de dezagregare a elementului radioactiv, adică de numărul de atomi care se dezagregă în timp de o secundă. Aceasta este constantă pentru fiecare element și este cunoscută sub numele de *perioadă de înjumătățire*. Cu cît această perioadă de înjumătățire este mai mare, cu atît curentul bateriei atomice este mai mic. De exemplu, dacă se folosește ca element radioactiv izotopul stronțiului $Sr^{90}$ (cu perioada de înjumătățire de 20 ani) atunci curentul este de ordinul milionimilor de microamper. Dacă se folosește izotopul fosforului $P^{32}$ (cu perioada de înjumătățire de 14 zile), atunci curentul obținut este de ordinul zecimilor de miliamper. Aceste baterii care au aspectul exterior ca în fig. 5.5 se folosesc în tehnica măsurătorilor electronice unde are o mare importanță constanța tensiunii și independența acesteia de condițiile exterioare și mai ales de temperatură.

Astfel, bateria atomică va funcționa la temperaturi foarte joase, la care electrolitul acumulatoarelor îngheață.

Dacă prețul unei asemenea baterii atomice n-ar fi prea ridicat, ea s-ar putea folosi pentru alimentarea tuburilor cinescoape, la televizoarele la baterie, eliminîndu-se etajele speciale care dau înalta tensiune.

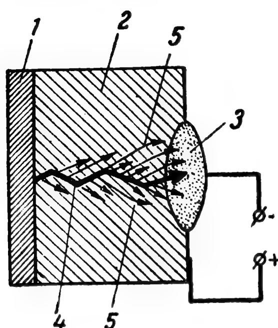


Fig. 5.6. Construcția bateriei atomice de joasă tensiune:

*1*—element radioactiv; *2*–semiconductor de tip p; *3*—semiconductor de tip n; *4*—joncțiune; *5* — particule radioactive.

Bateriile atomice de joasă tensiune se construiesc pe alt principiu. Aici elementul radioactiv *1* activează joncțiunea dintre două semiconductoare *2*, *3* de tipul p și n (fig. 5.6). Între cele două tipuri de semiconductoare apare o f.e.m. de 0,2 V, la un curent de 5 μA. Ca element radioactiv se poate folosi $Sr^{90}$, iar ca semiconductoare germaniul sau siliciul.

O baterie atomică cu poloniu 210, de 146 Curie, produce o tensiune de 0,75 V la un curent de 25 mA, puterea fiind de 9 mW. Randamentul unei asemenea baterii este mic, de 0,20%.

Dacă se va scădea prețul de cost al acestor baterii prin folosirea reziduurilor de la reactoarele atomice și dacă se va mări randamentul lor, aceste baterii vor constitui surse de energie electrică ale viitorului.

## 9. Convertizoare termoionice

Convertizorul termoionic este o sursă de alimentare modernă care se folosește cu mult succes pe rachete, nave cosmice și sateliți artificiali, deoarece la un gabarit mic prezintă totuși o capacitate mare de energie.

Convertizoarele termoionice transformă căldura oricărei surse (Soare, particule din reactor, izotopi ai mediului înconjurător etc.) direct în energie electrică.

Primul convertizor construit de acest gen avea o instalație termoionică de volum mic cu vid. Puterea acestei surse de alimentare era de 1 W, iar randamentul termic nu întrecea 2,5%. Dimensiunile convertizorului erau acelea ale unui disc gen monedă, iar greutatea era de 85 g. Temperatura catodului convertizorului termoionic era de 1 100°C.

În ultimul timp firma „General Electric“ a perfecţionat producţia acestui tip de alimentare, reuşind să scoată 100 bucăţi pe săptămînă.

În laborator s-a pus la punct un alt tip de convertizor termoionic care dă o putere de 20 W la o suprafaţă de 1 $cm^2$ a catodului. Randamentul acestui nou tip de convertizor termoionic întrece 30%.

## 10. Redresoare moleculare

Pentru alimentarea instalaţiilor moderne de electronică (părţi ale maşinilor electronice de calcul, instalaţii cu tranzistoare etc.), în locul redresoarelor obişnuite, se folosesc în ultimul timp redresoare moleculare. După cum se ştie, un redresor obişnuit conţine transformatorul de reţea, elemente de redresare (tuburi electronice sau diode semiconductoare, celule redresoare etc.) şi filtre.

Redresorul molecular are avantajul că elimină cele trei părţi componente, redresarea obţinîndu-se cu o singură piesă simplu de construit. O asemenea construcţie poate redresa tensiunea de reţea de 220 V şi se obţin tensiuni dorite de alimentare, de exemplu 9 V c.c., pentru alimentarea instalaţiilor cu tranzistoare. Construcţia redresorului molecular conţine un mediu rezistor prin care circulă curentul alternativ şi un mediu central care este un izolator electric care conduce căldura.

Căldura este transformată la ieşire în curent continuu într-un mediu termoelectric.

Construcţia redresorului constă dintr-un monocristal cu mai multe zone care au diferite proprietăţi electrice.

# BIBLIOGRAFIE


1. *Белопольский М. И.*, Электропитание радиоустройств, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
2. *Homiacov V. G.* şi *Maşoveţ V. P.*, Tehnologia industriilor electrochimice (traducere din l. rusă), Editura Tehnică, Bucureşti, 1953.
3. *Рогинский В. Ю.*, Электрическое питание радиотехнических устройств, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
4. *Clondescu G.*, Exploatarea şi repararea acumulatoarelor electrice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1960.
5. *Гершгал Д.*, Расчет и конструирование вибропреобразователей, Издательство ДОСААФ, Москва, 1956.
6. *Cipere I.*, Construcţia unei baterii anodice. Radioamatorul, nr. 7, 1958.
7. *Racz G.*, Calculul simplificat al transformatoarelor de alimentare. Radioamatorul, nr. 9, 1957.
8. *Муравлев А. А.* и *Мазель К. Б.*, Преобразователи постоянного напряжения на транзисторах, Госэнергоиздат, 1960.
9. *Матлин С.*, Источники питания радиоламп, Издательство ДОСААФ, Москва, 1956.
10. *Olaru Ovidiu*, Construcţia unui vibrator. Radioamatorul, nr. 8, 1958.
11. *Бернштейн А. С.*, Термоэлектрические генераторы, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1956.
12. *Гольдреев Н. Г.*, Стабилизаторы напряжения, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
13. *I.P.O. Chimichen.*, Les alimentations basse tension. Toute la Radio, Paris, iulie-august, 1960.
14. *Петров В. В. Пиотровский Б. А.*, Стабилизаторы напряжения и тока, Связьиздат, 1952.
15. *Перли С. Б.*, Самодельная ветроэлектрическая установка, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1953.
16. *Восковойник Д.*, Атомная батарея. Радио, № 2, 1955.
17. *Tóth Imre*, Atomul, sursa de energie a viitorului, S.R.S.C., Bucureşti, 1956.
18. *Блинов Б.*, Гирляндная Г.Э.С. Радио, № 1, 1960.
19. *Щекин В.*, «Солнечная батарея». Радио, № 8, 1958.
20. *Гантман С.*, Железо-угольные элементы В Ж 400, Радио, № 12, 1958.
21. *Чечик П.*, «Солнечная» батарея. Радио, № 7, 1955.
22. *Чекин П.*, Маломощные источники питания. Радио, № 12, 1955.
23. *Jiři Mrha*, Miniaturni zapuzdřene nikl-kadmiové akumulátory. Slahoproudy obzor, Praga, iunie, 1960.

24. *Stancu Lică*, Studiul şi realizarea unor microacumulatoare. Comunicare ştiinţifică la sesiunea Academiei Militare Generale, 1960.
25. *Istvan Bodocs*, Galvánelemek és akkumulátorok késitése és kezelése, Nepszara, Budapesta, 1956.
26. *White David* and *Wood Herbert*, Electromechanical energy convertion. Champman-Halle-John Wiley, Londra-New York, 1959.
27. *Чистяков Н. М.*, Применение полупроводников в технике. Издательство «Знание», Москва, 1957.
28. *Даниел В.*, Термоэлектрогенератор ТГК-10, Радио, № 9, 1956.
29. *Даниел В.*, Термоэлектрогенератор ТГК-3, Радио, № 2, 1954.
30. *Эфрусси М. М.*, Газовые стабилизаторы напряжения, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1952.
31. *Эфрусси М. М.*, Стабилитроны и неоновые лампы, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1958.
32. *Constantinescu G.*, Calculul redresoarelor. Radioamatorul, nr. 8, 1957.
33. *Дымков А.*, Автотрансформатор «АРН-250» для питания радиоприёмников и телевизоров, Радио, № 10, 1957.
34. *Больтов В.*, Блок питания, Радио (приложение для начинающих), № 3, 1957.
35. Экспресс-Информация, 1961, Москва.

## TABLA DE MATERIE

Lei 3,55

*Colecția*

# RADIO ȘI TELEVIZIUNE

1962

ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICĂ PUTERE, de ing. *N. Patraș*

TRANSFORMATOARE DE REȚEA, de ing. *B. Bărbat*

BOBINE RADIO, de ing. *A. Millea*

RADIORECEPTOARE PORTABILE, de ing. *T. Bădărău*

CALITĂȚILE RADIORECEPTOARELOR, de ing. *A. Gheorghiu*

INSTALAȚII DE RADIOFICARE ȘI SONORIZARE DE MICĂ PUTERE, de ing. *D. Grigorescu*

MAGNETOFONUL. DESCRIERE. ÎNTREȚINERE. DEPANARE, de ing. *M. Popescu* și ing. *D. Olaru*

EDITURA TEHNICĂ